

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-199000

(43)Date of publication of application : 15.07.2004

(51)Int.Cl. G02B 15/20
G02B 13/18

(21)Application number : 2002-370705 (71)Applicant : NIKON CORP

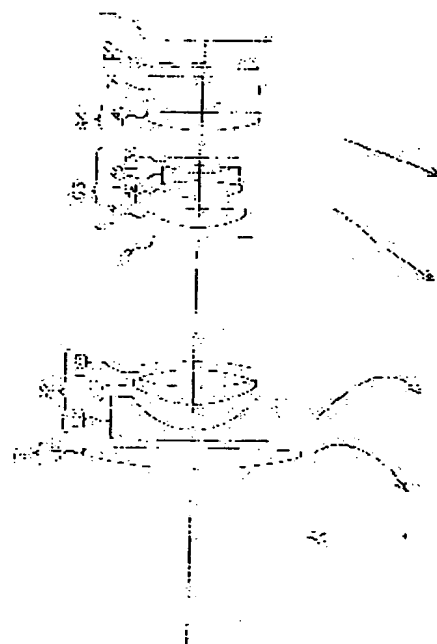
(22)Date of filing : 20.12.2002 (72)Inventor : SHIBAYAMA ATSUSHI

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized zoom lens suitable to a video camera etc., using a solid-state image pickup element etc., and having such an improved image forming performance that a zooming ratio is about three-power, a viewing angle in a wide angle end state is $\geq 60^\circ$ and the F number is almost F2 to F2.8.

SOLUTION: The zoom lens is provided with a 1st lens group G1 having a positive refractive power, a 2nd lens group G2 having a negative refractive power, a 3rd lens group G3 having a positive refractive power and a 4th lens group G4 having a positive refractive power in this order from an object side, the 1st lens group G1 is constituted of only a single positive lens L11, and at zooming from the wide angle end state to a telephoto end state, all the lens groups G1, G2, G3 and G4 are moved so that the distance between the 1st lens group G1 and the 2nd lens group G2 may be increased, a distance between the 2nd lens group G2 and the 3rd lens group G3 may be decreased and the distance between the 3rd lens group G3 and the 4th lens group G4 may be increased, and the 3rd lens group G3 and the 4th lens group G4 are moved toward the object side, and the zoom lens satisfies a prescribed conditional expression.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]
[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-199000

(P2004-199000A)

(43) 公開日 平成16年7月15日(2004.7.15)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 15/20

G02B 13/18

F 1

G02B 15/20

G02B 13/18

テーマコード(参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 65 頁)

(21) 出願番号 特願2002-370705 (P2002-370705)
 (22) 出願日 平成14年12月20日(2002.12.20)

(71) 出願人 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
 (74) 代理人 100077919
 弁理士 井上 義雄
 (72) 発明者 芝山 敦史
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
 式会社ニコン内

最終頁に続く

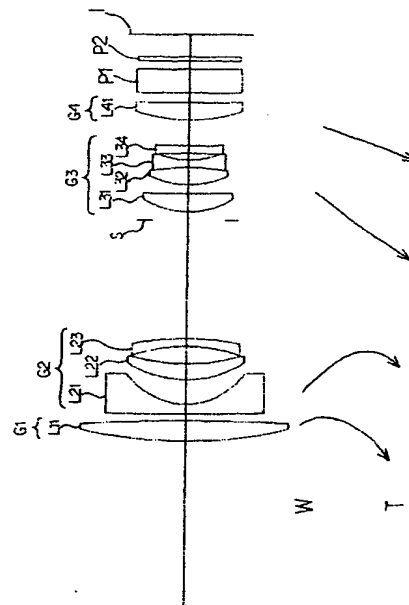
(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】固体撮像素子等を用いたビデオカメラ等に適し小型でズーム比が3倍程度、広角端状態における画角が60°以上、FナンバーがF2〜F2.8程度の優れた結像性能を有するズームレンズを提供する。

【解決手段】物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3と、正屈折力の第4レンズ群G4とを有し、第1レンズ群G1は1枚の正レンズL11のみから成り、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大するように、全てのレンズ群G1、G2、G3、G4が移動し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4は物体側方向に移動し、所定の条件式を満足する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

正の屈折力を有する第4レンズ群とを有し、

前記第1レンズ群は、1枚の正レンズのみから成り、

広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ

群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3

10 レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が増大するように、全てのレンズ群が移動し、前記

第3レンズ群と前記第4レンズ群は物体側方向に移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$5.0 < f_1 / f_w < 9.5$$

$$-2.2 < f_2 / f_w < -1.2$$

$$0.4 < f_3 / f_4 < 1.5$$

但し、

f_w : 広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

20

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離、

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離、

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離、

f_4 : 前記第4レンズ群の焦点距離。

【請求項2】

広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、

望遠端状態における前記第1レンズ群の位置は、広角端状態における当該第1レンズ群の

位置よりも物体側であり、

望遠端状態における前記第2レンズ群の位置は、広角端状態における当該第2レンズ群の

位置よりも像側であり、

30

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$0.2 < M_1 / f_w < 1.6$$

$$0.7 < M_3 / f_w < 1.7$$

$$0.1 < M_4 / f_w < 0.6$$

$$1.4 < D_{12T} / f_w < 2.2$$

$$1.3 < (B_{3T} / B_{3W}) / (B_{2T} / B_{2W}) < 2.2$$

但し、

M_1 : 広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の前記第1レンズ群の移動量、

M_3 : 広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の前記第3レンズ群の移動量、

M_4 : 広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の前記第4レンズ群の移動量、

40

D_{12T} : 望遠端状態における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との空気間隔、

B_{3T} : 望遠端状態における前記第3レンズ群の結像倍率、

B_{3W} : 広角端状態における前記第3レンズ群の結像倍率、

B_{2T} : 望遠端状態における前記第2レンズ群の結像倍率、

B_{2W} : 広角端状態における前記第2レンズ群の結像倍率。

【請求項3】

前記第2レンズ群は、物体側から順に、

物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、

物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、

物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとから成ることを特徴とする請求項2に記載の 50

ズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、
両凹形状の負レンズと、
物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから成り、
前記両凹形状の負レンズは非球面を有することを特徴とする請求項 2 に記載のズームレン
ズ。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、
物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、
両凹形状の負レンズと、
物体側に凸面を向けた正レンズとから成ることを特徴とする請求項 2 に記載のズームレン
ズ。

【請求項 6】

前記負メニスカスレンズは、像側のレンズ面が非球面であることを特徴とする請求項 5 に
記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、
物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、
物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズと、
物体側に凸面を向けた正レンズとから成ることを特徴とする請求項 2 に記載のズームレン
ズ。

【請求項 8】

前記物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズは、像側のレンズ面が非球面であることを
特徴とする請求項 7 に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 3 レンズ群は、物体側から順に、
物体側に凸面を向けた正レンズと、
両凸形状の正レンズと、
両凹形状の負レンズとから成り、
前記両凸形状の正レンズと前記両凹形状の負レンズとが接合されていることを特徴とする
請求項 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記物体側に凸面を向けた正レンズは、物体側のレンズ面が非球面であることを特徴とす
る請求項 9 に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

前記第 3 レンズ群は、物体側から順に、
物体側に凸面を向けた正レンズと、
両凸形状の正レンズと、
両凹形状の負レンズと、
レンズとから成り、
前記両凸形状の正レンズと前記両凹形状の負レンズとが接合されており、
前記レンズは非球面を有し、
以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 2 に記載のズームレンズ。

$$-0.25 < f_{w34} / f_{L34} < 0.2$$

但し、

f_{L34} : 前記レンズの近軸焦点距離。

【請求項 12】

前記物体側に凸面を向けた正レンズは、物体側のレンズ面が非球面であることを特徴とす
る請求項 11 に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第4レンズ群は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズのみから成ることを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

【請求項 14】

前記第4レンズ群は、両凸形状の正レンズのみから成ることを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

前記第4レンズ群は、非球面を有する正レンズのみから成ることを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

【請求項 16】

前記第4レンズ群を物体側方向に移動させることにより、遠距離から近距離へのフォーカシングを行うことを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

【請求項 17】

物体側から順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

正の屈折力を有する第4レンズ群とを有し、

前記第1レンズ群は1枚の正レンズのみから成り、

広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が増大し、

望遠端状態において前記第1レンズ群は、広角端状態における当該第1レンズ群の位置よりも物体側へ移動し、

望遠端状態において前記第3レンズ群は、広角端状態における当該第3レンズ群の位置よりも物体側へ移動し、

望遠端状態において前記第4レンズ群は、広角端状態における当該第4レンズ群の位置よりも物体側へ移動することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 18】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項17に記載のズームレンズ。

$$0.2 < M1 / fw < 1.6$$

$$0.7 < M3 / fw < 1.7$$

$$0.1 < M4 / fw < 0.6$$

但し、

fw ：広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

$M1$ ：広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の前記第1レンズ群の移動量、

$M3$ ：広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の前記第3レンズ群の移動量、

$M4$ ：広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の前記第4レンズ群の移動量。

【請求項 19】

物体側から順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

正の屈折力を有する第4レンズ群とを有し、

前記第1レンズ群は1枚の正レンズのみから成り、

広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が増大し、

少なくとも前記第1レンズ群と前記第3レンズ群と第4レンズ群とが移動し、

無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、前記第4レンズ群が物体側方向に移動す

10

20

30

40

50

ることを特徴とするズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に適したズームレンズに関し、特にズーム比が3倍程度、広角端状態における画角が 60° 以上、FナンバーがF2～F2.8程度の優れた結像性能を有する小型のズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、固体撮像素子に適したズームレンズとして、特開平11-52246号公報（特許文献1）に開示のものが知られている。

【0003】

【特許文献1】

特開平11-52246号公報（第4-5頁、第1図）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平11-52246号公報に開示の各実施例に係るズームレンズは、いずれも望遠端状態におけるFナンバーがF3.6～F4.0程度で、十分に大口径比化が図られたものではない。

【0005】

本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に適し、小型で、ズーム比が3倍程度、広角端状態における画角が 60° 以上、FナンバーがF2～F2.8程度の優れた結像性能を有するズームレンズを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明は、
物体側から順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

正の屈折力を有する第4レンズ群とを有し、

前記第1レンズ群は、1枚の正レンズのみから成り、

広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が増大するように、全てのレンズ群が移動し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群は物体側方向に移動し、

以下の条件式（1）～（3）を満足することを特徴とするズームレンズを提供する。

$$(1) \quad 5.0 < f_1 / f_w < 9.5$$

$$(2) \quad -2.2 < f_2 / f_w < -1.2$$

$$(3) \quad 0.4 < f_3 / f_4 < 1.5$$

但し、

f_w ：広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

f_1 ：前記第1レンズ群の焦点距離、

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離、

f_3 ：前記第3レンズ群の焦点距離、

f_4 ：前記第4レンズ群の焦点距離。

【0007】

特開平11-52246号公報に開示の実施例に係るズームレンズは、負正正の3群ズーム方式を採用している。

本発明は、負レンズ群の前（物体側）に正レンズを配置し、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を増大させる構成としている。これにより、望遠端状態におけるFナンバーを小さくして大口径比化を実現している。

また、第1レンズ群を1枚の正レンズのみで構成することにより、第1レンズ群の有効径の小型化とズームレンズ全長の小型化を実現している。

さらに、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、第1レンズ群と第2レンズ群を共に移動させることにより、第1レンズ群の有効径の小型化を図っている。

第3レンズ群は、ズームレンズの変倍作用を主として担っている。このため、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、物体側方向に大きく移動させる必要がある。

また、第4レンズ群を、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して物体側方向に移動させることによって、ズーミングに伴う射出瞳位置の変化を少なくすることができる。これにより、本発明によるズームレンズはCCD等の固体撮像素子に好適なものとなる。

【0008】

条件式（1）は、第1レンズ群の焦点距離の適切な範囲を示すものである。条件式（1）の下限値を下回ると、第1レンズ群の焦点距離が短くなる。このため、1枚の正レンズのみの構成では十分な収差の補正が不可能となってしまう。反対に、条件式（1）の上限値を上回ると、第1レンズ群の働きが弱くなる。このため、望遠端状態におけるFナンバーを小さくして大口径比化を図ることが困難となってしまう。

【0009】

条件式（2）は、第2レンズ群の焦点距離の適切な範囲を示すものである。条件式（2）の下限値を下回ると、ズーミングの際の第2レンズ群と第3レンズ群との間隔の変化を大きくする必要が生じる。この結果、広角端状態における第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔が大きくなる。このため、第1レンズ群の有効径が増大し、該有効径の小型化を達成することができなくなってしまう。反対に、条件式（2）の上限値を上回ると、第2レンズ群で発生する収差が過大となる。このため、ズームレンズ全体としてコマ収差を始めとする諸収差の悪化を招いてしまう。

【0010】

条件式（3）は、第3レンズ群と第4レンズ群の焦点距離の適切な比率を示すものである。条件式（3）の上限値を上回ると、第3レンズ群の変倍作用が減少する。このため、所望のズーム比を得ることが困難となってしまう。反対に、条件式（3）の下限値を下回ると、第4レンズ群の作用が小さくなる。このため、ズームレンズ全体として非点収差を始めとする諸収差の悪化や、射出瞳位置の変化の増大を招いてしまい好ましくない。

【0011】

本発明の好ましい態様では、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、望遠端状態における前記第1レンズ群の位置は、広角端状態における当該第1レンズ群の位置よりも物体側であり、望遠端状態における前記第2レンズ群の位置は、広角端状態における当該第2レンズ群の位置よりも像側であり、以下の条件式（4）～（8）を満足することが望ましい。

$$(4) \quad 0.2 < M1 / fw < 1.6$$

$$(5) \quad 0.7 < M3 / fw < 1.7$$

$$(6) \quad 0.1 < M4 / fw < 0.6$$

$$(7) \quad 1.4 < D12T / fw < 2.2$$

$$(8) \quad 1.3 < (B3T / B3W) / (B2T / B2W) < 2.2$$

但し、

M1 : 広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の前記第1レンズ群の移動量、

M3 : 広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の前記第3レンズ群の移動量、

M4 : 広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の前記第4レンズ群の移動量、

D12T : 望遠端状態における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との空気間隔、

B 3 T : 望遠端状態における前記第 3 レンズ群の結像倍率,
B 3 W : 広角端状態における前記第 3 レンズ群の結像倍率,
B 2 T : 望遠端状態における前記第 2 レンズ群の結像倍率,
B 2 W : 広角端状態における前記第 2 レンズ群の結像倍率.

【0012】

上述のように、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群を移動させる構成とすることが、第 1 レンズ群の有効径の小型化に最適である。

【0013】

条件式 (4) は、広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の第 1 レンズ群の移動量の適切な範囲を示すものである。条件式 (4) の上限値、下限値のいずれを越えても、第 1 レンズ群の有効径の大型化を招いてしまい好ましくない。 10

【0014】

条件式 (5) は、広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の第 3 レンズ群の移動量の適切な範囲を示すものである。条件式 (5) の下限値を下回ると、所望のズーム比を得ることが困難となってしまい。反対に、条件式 (5) の上限値を上回ると、ズームレンズの射出瞳位置の変化が増大してしまうため好ましくない。

【0015】

条件式 (6) は、広角端状態から望遠端状態へズーミングする際の第 4 レンズ群の移動量の適切な範囲を示すものである。条件式 (6) の下限値を下回ると、ズームレンズの射出瞳位置の変化が増大してしまうため好ましくない。反対に、条件式 (6) の上限値を上回ると、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群との間隔の変化が小さくなる。このため、非点収差を始めとする諸収差の補正が困難となってしまい。 20

【0016】

条件式 (7) は、望遠端状態における第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との空気間隔の適切な範囲を示すものである。条件式 (7) の下限値を下回ると、望遠端状態における F ナンバーを小さくして大口径比化を図ることが困難となってしまい。反対に、条件式 (7) の上限値を上回ると、第 1 レンズ群の有効径の大型化を招いてしまう。

【0017】

条件式 (8) は、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群が担う変倍作用の比率の適切な範囲を示すものである。本発明のズームレンズにおいて、第 3 レンズ群は第 2 レンズ群よりもより大きな変倍作用を担っている。これによって、各レンズ群の焦点距離を比較的長く保ちつつ、所望のズーム比の確保とズームレンズの小型化を両立している。条件式 (8) の下限値を下回ると、第 2 レンズ群の変倍作用が増大する。このため、第 2 レンズ群の焦点距離を短くすること、又は第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との空気間隔の変化を大きくすることが必要となる。このため、諸収差の悪化、又は第 1 レンズ群の有効径の大型化を招いてしまう。反対に、条件式 (8) の上限値を上回ると、第 2 レンズ群の変倍作用が減少し、望遠端状態における F ナンバーを小さくして大口径比化を図ることが困難となってしまい。 30

【0018】

本発明の好ましい態様では、本発明のズームレンズの小型化と高性能化を両立するために、第 2 レンズ群の軸上レンズ厚を薄くしつつ、諸収差の補正に適した以下に述べるレンズ構成とすることが望ましい。 40

第 2 レンズ群に適する 1 つのレンズ構成は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとから成る構成である。

第 2 レンズ群に適するもう 1 つのレンズ構成は、物体側から順に、両凹形状の負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから成り、該両凹形状の負レンズが非球面を有する構成である。

第 2 レンズ群に適するもう 1 つのレンズ構成は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹形状の負レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズとから成る構成である。この構成において、負メニスカスレンズの像側のレンズ面を非球面とする 50

ことがより好ましい。

第2レンズ群に適するもう1つのレンズ構成は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正レンズとから成る構成である。この構成において、負メニスカスレンズの像側のレンズ面を非球面とすることがより好ましい。

【0019】

本発明の好ましい態様では、本発明のズームレンズの小型化と高性能化を両立するために、第3レンズ群の軸上レンズ厚を薄くしつつ、諸収差の補正に適した以下に述べるレンズ構成とすることが望ましい。

第3レンズ群に適する1つのレンズ構成は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズと、両凸形状の正レンズと、両凹形状の負レンズとから成り、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとが接合されている構成である。この構成において、物体側に凸面を向けた正レンズは物体側のレンズ面を非球面とすることがより好ましい。

第3レンズ群に適するもう1つの構成は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズと、両凸形状の正レンズと、両凹形状の負レンズと、レンズとから成り、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとが接合されており、レンズは非球面を有し、以下の条件式(9)を満足する構成である。

$$(9) -0.25 < f_w / f_{L34} < 0.2$$

但し、

f_{L34} ：レンズの近軸焦点距離。

この構成において、物体側に凸面を向けた正レンズは物体側のレンズ面を非球面とするのがより好ましい。

【0020】

本発明の好ましい態様では、本発明のズームレンズの小型化のために、第4レンズ群を単一の正レンズのみで構成することが望ましい。この正レンズとして収差の補正上好ましい形状のレンズは、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、または両凸形状の正レンズ、あるいは非球面を有する正レンズである。

【0021】

本発明の好ましい態様では、本発明のズームレンズにおいて前記第4レンズ群を物体側方向に移動させることにより、遠距離から近距離へのフォーカシングを行うことが望ましい。これにより、フォーカシング機構の小型化が可能となりズームレンズ全体の小型化に効果的である。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に基づいて本発明の各実施例に係るズームレンズについて説明する。

図1乃至16は、それぞれ本発明の実施例1乃至16に係るズームレンズのレンズ構成および、広角端状態(W)から望遠端状態(T)へのズーム軌跡を示す図である。

まず、全ての実施例1乃至16に係るズームレンズについて、共通なレンズ構成を説明する。

各実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成される。また、第4レンズ群G4と像面Iとの間には、像面に配設された固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのフィルタすなわちローパスフィルタP1と、前記固体撮像素子を保護するカバー硝子P2を有する。

そして、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大するように、全てのレンズ群が移動する。このとき、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4は物体側方向に移動する。なお、絞りSは第3レンズ群G3と一緒に移動する。

さらに、第1レンズ群G1は望遠端状態において、広角端状態における当該第1レンズ群の位置よりも物体側へ移動する。また、第2レンズ群G2は望遠端状態において、広角端状態における当該第2レンズ群G2の位置よりも像側へ移動する。

【0023】

次に、第1レンズ群G1の移動について実施例毎に説明する。

実施例1乃至10, 12に係るズームレンズの第1レンズ群G1は、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、一旦像側方向に移動した後に、物体側方向に移動する。このため、第1レンズ群G1の移動軌跡はU字型となる。

実施例11, 13乃至16に係るズームレンズの第1レンズ群G1は、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、単調に物体側方向に移動する。

10

【0024】

次に、第2レンズ群G2の移動について実施例毎に説明する。

実施例1乃至5, 8, 10乃至16に係るズームレンズの第2レンズ群G2は、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、一旦像側方向に移動した後に、物体側方向に移動する。このため、第2レンズ群G2の移動軌跡はU字型となる。

実施例6乃至7, 9に係るズームレンズの第2レンズ群G2は、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、単調に像側方向に移動する。

【0025】

次に、第1レンズ群G1のレンズ構成について実施例毎に説明する。

実施例1乃至7, 9, 11乃至16に係るズームレンズの第1レンズ群G1は、両凸形状の正レンズL11のみから成る。

20

実施例8, 10に係るズームレンズの第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11のみから成る。

【0026】

次に、第2レンズ群G2のレンズ構成について実施例毎に説明する。

実施例1乃至4に係るズームレンズの第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL23とから成る。

また、実施例1, 3において、負メニスカスレンズL21は像側のレンズ面が非球面である。

30

また、実施例2, 4において、負メニスカスレンズL21は両側のレンズ面が非球面である。

【0027】

実施例5乃至7に係るズームレンズの第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL21と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22とから成る。

また、実施例5, 6において、両凹形状の負レンズL21は像側のレンズ面が非球面である。

また、実施例7において、両凹形状の負レンズL21は両側のレンズ面が非球面である。

【0028】

実施例8, 12, 14乃至16に係るズームレンズの第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL23とから成る。

40

また、実施例12, 14乃至16において、負メニスカスレンズL21は、ガラスの球面レンズの像側のレンズ面に樹脂層を形成し、該樹脂層の表面を非球面形状とするハイブリッド非球面レンズである。

【0029】

実施例9乃至11に係るズームレンズの第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23とから成る。

また、実施例10において、負メニスカスレンズL21は像側のレンズ面が非球面である

50

。また、実施例 11 において、負メニスカスレンズ L 2 1 は、ガラスの球面レンズの像側のレンズ面に樹脂層を形成し、該樹脂層の表面を非球面形状とするハイブリッド非球面レンズである。

【0030】

実施例 13 に係るズームレンズの第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 1 と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 とから成り、負メニスカスレンズ L 2 1 はガラスの球面レンズの像側のレンズ面に樹脂層を形成し、該樹脂層の表面を非球面形状とするハイブリッド非球面レンズである。

10

【0031】

次に、第 3 レンズ群 G 3 のレンズ構成について実施例毎に説明する。

実施例 5, 8 に係るズームレンズの第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 3 1 と、両凸形状の正レンズ L 3 2 と、両凹形状の負レンズ L 3 3 とから成り、両凸形状の正レンズ L 3 2 と両凹形状の負レンズ L 3 3 とが接合されており、両凸形状の正レンズ L 3 1 の物体側のレンズ面は非球面である。

【0032】

実施例 1, 2 に係るズームレンズの第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 3 1 と、両凸形状の正レンズ L 3 2 と、両凹形状の負レンズ L 3 3 と、負レンズ L 3 4 とから成り、両凸形状の正レンズ L 3 2 と両凹形状の負レンズ L 3 3 とが接合されており、両凸形状の正レンズ L 3 1 の物体側のレンズ面と、負レンズ L 3 4 の像側のレンズ面はそれぞれ非球面である。

20

【0033】

実施例 4 に係るズームレンズの第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 3 1 と、両凸形状の正レンズ L 3 2 と、両凹形状の負レンズ L 3 3 と、正レンズ L 3 4 とから成り、両凸形状の正レンズ L 3 2 と両凹形状の負レンズ L 3 3 とが接合されており、両凸形状の正レンズ L 3 1 の物体側のレンズ面と、正レンズ L 3 4 の像側のレンズ面はそれぞれ非球面である。

【0034】

実施例 3, 6, 7, 9, 10 に係るズームレンズの第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 1 と、両凸形状の正レンズ L 3 2 と、両凹形状の負レンズ L 3 3 と、負レンズ L 3 4 とから成り、両凸形状の正レンズ L 3 2 と両凹形状の負レンズ L 3 3 とが接合されており、正メニスカスレンズ L 3 1 の物体側のレンズ面と、負レンズ L 3 4 の像側のレンズ面はそれぞれ非球面である。

30

【0035】

実施例 11, 13 乃至 16 に係るズームレンズの第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 1 と、両凸形状の正レンズ L 3 2 と、両凹形状の負レンズ L 3 3 と、正レンズ L 3 4 とから成り、両凸形状の正レンズ L 3 2 と両凹形状の負レンズ L 3 3 とが接合されており、正メニスカスレンズ L 3 1 の物体側のレンズ面と、正レンズ L 3 4 の像側のレンズ面はそれぞれ非球面である。

40

【0036】

実施例 12 に係るズームレンズの第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 1 と、両凸形状の正レンズ L 3 2 と、両凹形状の負レンズ L 3 3 と、正レンズ L 3 4 とから成り、両凸形状の正レンズ L 3 2 と両凹形状の負レンズ L 3 3 とが接合されており、正メニスカスレンズ L 3 1 の物体側のレンズ面と、正レンズ L 3 4 の物体側のレンズ面はそれぞれ非球面である。

【0037】

次に、第 4 レンズ群 G 4 のレンズ構成について実施例毎に説明する。

実施例 1 乃至 3, 5 乃至 7, 9 乃至 14, 16 に係るズームレンズの第 4 レンズ群 G 4 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 1 から成る。

50

また、実施例5において、正メニスカスレンズL41の物体側のレンズ面は非球面である。

【0038】

実施例4, 8, 15に係るズームレンズの第4レンズ群G4は、両凸形状の正レンズL41から成る。

また、実施例8において、両凸形状の正レンズL41の物体側のレンズ面は非球面である。

【0039】

また、各実施例に係るズームレンズにおいて、第4レンズ群G4を物体側方向に移動させることにより、遠距離から近距離へのフォーカシングを行うことが最適である。

10

【0040】

以下の表1乃至16に、実施例1乃至16の諸元の値をそれぞれ掲げる。

【全体諸元】において、fは焦点距離、FNOはFナンバー、2Aは画角の最大値（単位：度）をそれぞれ示している。また【レンズデータ】において、第1カラムは物体側からのレンズ面の番号、第2カラムrはレンズ面の曲率半径、第3カラムdはレンズ面間隔、第4カラムνはアッペ数、第5カラムnはd線（λ=587.6nm）に対する媒質の屈折率をそれぞれ表している。尚、曲率半径の「∞」は、平面を示し、空気の屈折率1.000000は省略してある。

さらに【非球面データ】には、以下の式で非球面を表した場合の非球面係数を示している。

20

【0041】

【数1】

$$X(y)=y^2/[r \cdot \{1+(1-\kappa \cdot y^2/r^2)^{1/2}\}]+C4 \cdot y^4+C6 \cdot y^6+C8 \cdot y^8+C10 \cdot y^{10}$$

【0042】

但し、X(y)は非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離、rは近軸の曲率半径、κは円錐定数、Ciは第i次の非球面係数である。

また【非球面データ】において、「E-n」は「×10ⁿ」を示す。

【可変間隔データ】には、広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態の各状態における焦点距離、可変間隔の値を示す。

30

【0043】

ここで、以下の全ての諸元値において掲載されている焦点距離f、曲率半径r、面間隔d、その他長さの単位は一般に「mm」が使われる。しかし光学系は、比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるため、これに限られるものではない。

尚、全実施例の諸元値において、上述の符号と同一の符号を用いる。

【0044】

【表1】

[全体諸元]

f = 7.2 ~12.0 ~20.4

FN0 = 2.08 ~ 2.43 ~ 2.90

2A = 68.7° ~42.3° ~25.4°

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|-----|----|
| 1 | 46.4102 | 2.3722 | 50.24 | 1.719990 | | 10 |
| 2 | -181.9517 | (d 2) | | | | |
| 3 | 290.0069 | 1.2000 | 49.61 | 1.772500 | | |
| 4 | 6.6177 | 2.9689 | | | 非球面 | |
| 5 | 10.8108 | 1.9338 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 6 | 19.9534 | 2.0973 | | | | 20 |
| 7 | -15.4129 | 0.9000 | 70.24 | 1.487490 | | |
| 8 | -28.0309 | (d 8) | | | | |
| 9 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | |
| 10 | 8.3571 | 2.1216 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 11 | 130.8059 | 1.0904 | | | | |
| 12 | 9.3112 | 2.0620 | 60.09 | 1.640000 | | 30 |
| 13 | -20.4532 | 0.9000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 14 | 8.5633 | 0.8294 | | | | |
| 15 | -54.0571 | 0.9000 | 49.23 | 1.743300 | | |
| 16 | -125.9456 | (d16) | | | 非球面 | |
| 17 | 16.9383 | 1.9794 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 18 | 176.0120 | 1.2000 | | | | 40 |
| 19 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 | | |

20 ∞ 1.0000
 21 ∞ 0.5000 64.22 1.516330
 22 ∞ (B. f.)

[非球面データ]

(4 面)

$\kappa = 0.5879$
 C 4= -1.89820E-5
 C 6= 1.05530E-6
 C 8= -2.72680E-8
 C10= 8.74320E-11

10

(1 0 面)

$\kappa = 1.0000$
 C 4= -4.19610E-5
 C 6= 2.00680E-6
 C 8= -8.25080E-8
 C10= 1.45400E-9

20

(1 6 面)

$\kappa = 91.0000$
 C 4= 8.08100E-4
 C 6= 1.49320E-5
 C 8= 1.69920E-6
 C10= -5.40650E-8

30

[可変間隔データ]

| | 広角端状態 | 中間焦点距離 | 望遠端状態 |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19997 | 11.99994 | 20.39990 |
| d 2 | 0.77107 | 4.64792 | 11.00000 |
| d 8 | 14.14832 | 5.74094 | 1.00000 |
| d16 | 3.15538 | 4.88789 | 9.48499 |
| B. f. | 2.69997 | 4.53980 | 5.70000 |

40

【0 0 4 5】

【表 2】

50

[全体諸元]

$$f = 7.2 \sim 12.0 \sim 20.4$$

$$FN0 = 2.05 \sim 2.41 \sim 2.89$$

$$2A = 68.7^\circ \sim 42.5^\circ \sim 25.4^\circ$$

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|------------|--------|-------|----------|-----|----|
| 1 | 36.8041 | 2.8672 | 70.24 | 1.487490 | | 10 |
| 2 | -102.3933 | (d 2) | | | | |
| 3 | -3903.1424 | 1.2000 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 4 | 7.1242 | 3.0452 | | | 非球面 | |
| 5 | 11.4732 | 1.8892 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 6 | 25.0868 | 1.8656 | | | | 20 |
| 7 | -12.1624 | 0.9000 | 70.24 | 1.487490 | | |
| 8 | -38.0395 | (d 8) | | | | |
| 9 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | |
| 10 | 8.6426 | 2.2238 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 11 | -214.3581 | 1.3084 | | | | |
| 12 | 8.6407 | 2.4133 | 53.03 | 1.648500 | | 30 |
| 13 | -12.1102 | 0.9257 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 14 | 8.1568 | 0.8644 | | | | |
| 15 | -79.5356 | 0.9005 | 49.23 | 1.743300 | | |
| 16 | 426.1939 | (d16) | | | 非球面 | |
| 17 | 13.2279 | 2.7000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 18 | 45.6653 | 1.2197 | | | | 40 |
| 19 | 0.0000 | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 | | |

20 0.0000 1.0000
21 0.0000 0.5000 64.22 1.516330
22 0.0000 (B. f.)

[非球面データ]

(3面)

$\kappa = 218613.01$
C 4= 1.64430E-4
C 6= -2.81820E-6
C 8= 1.74830E-8
C10= -1.87590E-12

10

(4面)

$\kappa = 0.9967$
C 4= 3.05070E-6
C 6= 6.72200E-7
C 8= -1.80950E-7
C10= -8.36110E-11

20

(10面)

$\kappa = 1.0018$
C 4= -5.14630E-5
C 6= 4.92310E-7
C 8= -1.69270E-8
C10= 1.52770E-10

30

(16面)

$\kappa = 2865.9681$
C 4= 9.00390E-4
C 6= 1.69740E-5
C 8= 1.07330E-6
C10= -1.53770E-8

40

[可変間隔データ]

| | 広角端状態 | 中間焦点距離 | 望遠端状態 |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19996 | 11.99992 | 20.39989 |
| d 2 | 0.70591 | 4.18163 | 12.01119 |
| d 8 | 12.66844 | 4.79494 | 1.10442 |
| d16 | 3.17945 | 4.13266 | 8.47500 |
| B. f. | 0.69993 | 3.02060 | 3.82624 |

10

【0 0 4 6】

【表 3】

[全体諸元]

$$f = 7.2 \sim 12.0 \sim 20.4$$

$$FNO = 2.05 \sim 2.39 \sim 2.83$$

$$2A = 68.7^\circ \sim 42.6^\circ \sim 25.7^\circ$$

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|-----|----|
| 1 | 44.0323 | 2.2668 | 42.24 | 1.799520 | | 10 |
| 2 | -415.6899 | (d 2) | | | | |
| 3 | 89.1936 | 1.2000 | 51.47 | 1.734000 | | |
| 4 | 6.0942 | 2.5536 | | | 非球面 | |
| 5 | 9.6156 | 2.0860 | 25.43 | 1.805180 | | |
| 6 | 18.1409 | 2.3603 | | | | 20 |
| 7 | -11.6724 | 0.9000 | 70.24 | 1.487490 | | |
| 8 | -27.3792 | (d 8) | | | | |
| 9 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | |
| 10 | 8.1803 | 2.1073 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 11 | 136.9276 | 0.6459 | | | | |
| 12 | 9.0624 | 2.1278 | 58.54 | 1.651600 | | 30 |
| 13 | -19.2421 | 0.9000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 14 | 8.0357 | 0.8350 | | | | |
| 15 | -88.1952 | 0.9000 | 49.23 | 1.743300 | | |
| 16 | -163.8501 | (d16) | | | 非球面 | |
| 17 | 15.2425 | 2.1208 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 18 | 133.1509 | 1.2000 | | | | 40 |
| 19 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 | | |

| | | | | |
|----|----------|---------|-------|----------|
| 20 | ∞ | 1.0000 | | |
| 21 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 |
| 22 | ∞ | (B. f.) | | |

[非球面データ]

(4面)

$\kappa = 0.5909$
 $C\ 4 = -3.14900E-5$
 $C\ 6 = 1.49810E-6$
 $C\ 8 = -5.03380E-8$
 $C10 = 6.41060E-11$

10

(10面)

$\kappa = 1.0000$
 $C\ 4 = -4.00260E-5$
 $C\ 6 = 1.12870E-6$
 $C\ 8 = 4.36820E-9$
 $C10 = -5.04470E-10$

20

(16面)

$\kappa = 91.0000$
 $C\ 4 = 8.13120E-4$
 $C\ 6 = 2.55340E-5$
 $C\ 8 = 5.49380E-7$
 $C10 = 1.15570E-8$

30

[可変間隔データ]

| | 広角端状態 | 中間焦点距離 | 望遠端状態 |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19994 | 11.99991 | 20.39992 |
| d 2 | 0.60013 | 3.95956 | 11.00000 |
| d 8 | 12.32087 | 4.76090 | 1.00000 |
| d16 | 3.13091 | 4.59788 | 9.49117 |
| B. f. | 2.69992 | 4.93973 | 6.04519 |

40

【0 0 4 7】

【表 4】

50

[全体諸元]

$$f = 7.2 \sim 12.0 \sim 20.4$$

$$FN0 = 2.13 \sim 2.47 \sim 2.84$$

$$2A = 68.7^\circ \sim 42.6^\circ \sim 25.5^\circ$$

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|-----|----|
| 1 | 26.3615 | 3.0529 | 70.24 | 1.487490 | | 10 |
| 2 | -459.4337 | (d 2) | | | | |
| 3 | -112.0966 | 1.2000 | 49.61 | 1.772500 | 非球面 | |
| 4 | 7.0909 | 3.1401 | | | 非球面 | |
| 5 | 13.1420 | 2.0335 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 6 | 41.6500 | 1.7912 | | | | 20 |
| 7 | -15.1143 | 0.9000 | 70.24 | 1.487490 | | |
| 8 | -44.9198 | (d 8) | | | | |
| 9 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | |
| 10 | 8.6329 | 2.1831 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 11 | -229.2004 | 0.7815 | | | | |
| 12 | 8.9063 | 2.0586 | 60.09 | 1.640000 | | 30 |
| 13 | -30.9537 | 0.9000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 14 | 6.6494 | 0.9572 | | | | |
| 15 | 79.4873 | 1.0054 | 49.23 | 1.743300 | | |
| 16 | 111.9686 | (d16) | | | 非球面 | |
| 17 | 18.8696 | 1.9549 | 25.43 | 1.805180 | | |
| 18 | -176.7249 | 1.2197 | | | | 40 |
| 19 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 | | |

| | | | | |
|----|----------|---------|-------|----------|
| 20 | ∞ | 1.0000 | | |
| 21 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 |
| 22 | ∞ | (B. f.) | | |

[非球面データ]

(3面)

$\kappa = 136.6898$
 $C\ 4 = 1.83210E-4$
 $C\ 6 = -2.86140E-6$
 $C\ 8 = 1.97260E-8$
 $C10 = 2.77940E-12$

10

(4面)

$\kappa = 1.0000$
 $C\ 4 = -5.48120E-5$
 $C\ 6 = -4.62370E-7$
 $C\ 8 = -1.79240E-7$
 $C10 = 0.00000$

20

(10面)

$\kappa = 0.9179$
 $C\ 4 = -7.87690E-5$
 $C\ 6 = 8.39820E-7$
 $C\ 8 = -6.64370E-8$
 $C10 = 1.49040E-9$

30

(16面)

$\kappa = -1187.503$
 $C\ 4 = 6.62920E-4$
 $C\ 6 = -1.87540E-6$
 $C\ 8 = 1.71050E-6$
 $C10 = -3.02210E-8$

40

[可変間隔データ]

| | 広角端状態 | 中間焦点距離 | 望遠端状態 |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.20015 | 12.00004 | 20.39991 |
| d 2 | 1.00602 | 4.13294 | 12.00000 |
| d 8 | 14.35494 | 5.33448 | 1.00000 |
| d16 | 3.00000 | 3.96276 | 7.36300 |
| B. f. | 2.70027 | 5.07762 | 6.19920 |

10

【0 0 4 8】

【表 5】

[全体諸元]

$$f = 7.2 \sim 12.0 \sim 20.4$$

$$FN0 = 2.06 \sim 2.41 \sim 2.95$$

$$2A = 68.9^\circ \sim 42.7^\circ \sim 25.4^\circ$$

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|----------|---------|-------|----------|-----|----|
| 1 | 59.2242 | 2.6696 | 70.24 | 1.487490 | | 10 |
| 2 | -61.6284 | (d 2) | | | | |
| 3 | -50.0374 | 1.2000 | 46.58 | 1.804000 | | |
| 4 | 7.8823 | 3.3435 | | | 非球面 | |
| 5 | 17.2724 | 1.9064 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 6 | 65.0563 | (d 6) | | | | 20 |
| 7 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | |
| 8 | 8.9128 | 2.5067 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 9 | -62.3437 | 0.7187 | | | | |
| 10 | 12.0618 | 2.3747 | 46.58 | 1.804000 | | |
| 11 | -15.7039 | 0.9000 | 26.52 | 1.761820 | | |
| 12 | 5.0525 | (d12) | | | | 30 |
| 13 | 11.4949 | 2.7000 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 14 | 95.2043 | 0.3942 | | | | |
| 15 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 | | |
| 16 | ∞ | 1.0000 | | | | |
| 17 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 | | |
| 18 | ∞ | (R. f.) | | | | 40 |

[非球面データ]

(4面)

$\kappa = 1.0000$

$C_4 = -2.48150E-4$

$C_6 = 5.17730E-7$

$C_8 = -8.47510E-8$

$C_{10} = 0.00000$

10

(8面)

$\kappa = 1.0000$

$C_4 = -2.03760E-4$

$C_6 = -9.23260E-7$

$C_8 = -2.33670E-8$

$C_{10} = 0.00000$

(13面)

20

$\kappa = 1.0000$

$C_4 = -8.14940E-5$

$C_6 = 1.32710E-6$

$C_8 = -1.63520E-8$

$C_{10} = 0.00000$

[可変間隔データ]

30

| | 広角端状態 | 中間焦点距離 | 望遠端状態 |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19997 | 11.99995 | 20.39995 |
| d 2 | 1.00000 | 4.81603 | 12.06229 |
| d 6 | 17.00000 | 6.46343 | 1.00000 |
| d12 | 5.58066 | 8.13583 | 14.17804 |
| B. f. | 1.75881 | 3.16744 | 3.78585 |

40

【0049】

【表6】

[全体諸元]

f = 7.2 ~12.0 ~20.4

FN0= 2.01 ~ 2.30 ~ 2.69

2A =68.7° ~42.3° ~25.4°

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|-----|----|
| 1 | 36.8495 | 2.8088 | 70.24 | 1.487490 | | 10 |
| 2 | -142.1560 | (d 2) | | | | |
| 3 | -57.5654 | 1.2000 | 46.58 | 1.804000 | | |
| 4 | 7.5825 | 4.2260 | | | 非球面 | |
| 5 | 17.6016 | 1.6514 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 6 | 52.6339 | (d 6) | | | | 20 |
| 7 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | |
| 8 | 8.6313 | 2.2432 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 9 | 79.0496 | 2.5151 | | | | |
| 10 | 7.8591 | 2.5946 | 57.03 | 1.622800 | | |
| 11 | -10.1965 | 0.9000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 12 | 8.0173 | 0.8471 | | | | 30 |
| 13 | -89.3705 | 0.9000 | 49.23 | 1.743300 | | |
| 14 | 116.9545 | (d14) | | | 非球面 | |
| 15 | 13.7156 | 2.1936 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 16 | 82.0558 | 1.2197 | | | | |
| 17 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 | | |
| 18 | ∞ | 1.0000 | | | | 40 |
| 19 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 | | |

20 ∞ (B. f.)

[非球面データ]

(4面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -2.59960E-4

C 6= 1.10120E-7

C 8= -1.07120E-7

C10= 0.00000

10

(8面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -3.61530E-5

C 6= 2.16680E-7

C 8= -5.03430E-9

C10= 0.00000

20

(14面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= 9.28130E-4

C 6= 1.62870E-5

C 8= 1.00360E-6

C10= 0.00000

30

[可変間隔データ]

| | 広角端状態 | 中間焦点距離 | 望遠端状態 |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19998 | 11.99996 | 20.39994 |
| d 2 | 1.00000 | 5.30060 | 14.53834 |
| d 6 | 17.00000 | 6.03028 | 1.00000 |
| d14 | 3.03165 | 3.59019 | 7.20224 |
| B. f. | 0.69995 | 2.97030 | 3.69991 |

40

【0 0 5 0】

【表 7】

[全体諸元]

f = 7.2 ~12.0 ~20.4

FN0 = 2.08 ~ 2.35 ~ 2.77

2A = 68.7° ~42.1° ~25.4°

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|-----|----|
| 1 | 31.3370 | 2.9561 | 70.24 | 1.487490 | | 10 |
| 2 | -158.3274 | (d 2) | | | | |
| 3 | -60.2131 | 1.2000 | 46.58 | 1.804000 | 非球面 | |
| 4 | 7.3798 | 3.9456 | | | 非球面 | |
| 5 | 14.5460 | 2.4000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 6 | 30.7930 | (d 6) | | | | 20 |
| 7 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | |
| 8 | 9.1620 | 2.1192 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 9 | 151.1929 | 2.6048 | | | | |
| 10 | 7.4173 | 2.5476 | 60.09 | 1.640000 | | |
| 11 | -12.6572 | 0.9000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 12 | 7.8033 | 0.9284 | | | | 30 |
| 13 | -37.1130 | 0.9000 | 49.23 | 1.743300 | | |
| 14 | 129.5244 | (d14) | | | 非球面 | |
| 15 | 13.2130 | 1.9862 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 16 | 85.8590 | 1.2197 | | | | |
| 17 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 | | |
| 18 | ∞ | 1.0000 | | | | 40 |
| 19 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 | | |

20 ∞ (R.f.)

[非球面データ]

(3 面)

$$\kappa = 14.8414$$

$$C\ 4= 8.33060E-5$$

$$C\ 6= -1.58510E-6$$

$$C\ 8= 9.10300E-9$$

$$C10= 2.79090E-11$$

10

(4 面)

$$\kappa = 0.9952$$

$$C\ 4= -1.32580E-4$$

$$C\ 6= -1.16050E-6$$

$$C\ 8= -1.48710E-7$$

$$C10= 3.97300E-10$$

20

(8 面)

$$\kappa = 1.0117$$

$$C\ 4= -2.94710E-5$$

$$C\ 6= 5.72650E-7$$

$$C\ 8= -2.79680E-8$$

$$C10= 4.18850E-10$$

30

(14 面)

$$\kappa = 200.2815$$

$$C\ 4= 9.54590E-4$$

$$C\ 6= 2.39230E-5$$

$$C\ 8= 6.66690E-7$$

$$C10= -3.43930E-8$$

40

[可変間隔データ]

| | 広角端状態 | 中間焦点距離 | 望遠端状態 |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19998 | 11.99996 | 20.39994 |
| d 2 | 1.62176 | 6.09772 | 13.49780 |
| d 6 | 17.00000 | 6.80076 | 1.71786 |
| d14 | 3.00000 | 3.46634 | 7.11670 |
| B. f. | 0.69996 | 2.86719 | 3.69991 |

10

【0 0 5 1】

【表 8】

[全体諸元]

$$f = 7.2 \sim 12.0 \sim 20.4$$

$$FN0 = 2.09 \sim 2.34 \sim 2.63$$

$$2A = 68.0^\circ \sim 42.9^\circ \sim 25.7^\circ$$

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|-----|----|
| 1 | 23.2758 | 5.2953 | 70.24 | 1.487490 | | 10 |
| 2 | 2591.5727 | (d 2) | | | | |
| 3 | 46.1887 | 1.2000 | 46.58 | 1.804000 | | |
| 4 | 8.3366 | 4.4699 | | | | |
| 5 | -67.4092 | 0.9000 | 70.24 | 1.487490 | | |
| 6 | 21.5019 | 0.3114 | | | | 20 |
| 7 | 13.6411 | 1.9960 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 8 | 27.1571 | (d 8) | | | | |
| 9 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | |
| 10 | 9.7400 | 1.8777 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 11 | -165.6471 | 0.2000 | | | | |
| 12 | 12.7853 | 2.0067 | 46.58 | 1.804000 | | 30 |
| 13 | -17.7510 | 2.1581 | 26.52 | 1.761820 | | |
| 14 | 5.7328 | (d14) | | | | |
| 15 | 13.0452 | 2.5393 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 16 | -53.6315 | 3.0225 | | | | |
| 17 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 | | |
| 18 | ∞ | 1.0000 | | | | 40 |
| 19 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 | | |

20 ∞ (B. f.)

[非球面データ]

(1 0 面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -1.44810E-4

C 6= -7.25870E-7

C 8= -1.23940E-8

C10= 0.00000

(1 5 面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -9.27570E-5

C 6= 1.55510E-6

C 8= -2.48590E-8

C10= 0.00000

10

20

[可変間隔データ]

| | 広角端状態 | 中間焦点距離 | 望遠端状態 |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19998 | 11.99997 | 20.39996 |
| d 2 | 1.00000 | 5.18281 | 11.73359 |
| d 8 | 17.00000 | 6.89938 | 1.00000 |
| d14 | 3.00000 | 4.79019 | 8.84673 |
| B. f. | 0.69996 | 1.89055 | 2.45417 |

30

【0 0 5 2】

【表 9】

[全体諸元]

f = 7.2 ~12.0 ~20.4

FN0= 2.09 ~ 2.35 ~ 2.76

2A =68.7° ~42.0° ~25.4°

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|-----|----|
| 1 | 27.8744 | 3.0547 | 70.24 | 1.487490 | | 10 |
| 2 | -257.9994 | (d 2) | | | | |
| 3 | 74.7319 | 1.1000 | 46.58 | 1.804000 | | |
| 4 | 8.4371 | 4.4218 | | | | |
| 5 | -32.7914 | 0.9000 | 60.29 | 1.620410 | | |
| 6 | 22.0490 | 0.7154 | | | | 20 |
| 7 | 16.6966 | 2.4000 | 28.46 | 1.728250 | | |
| 8 | -315.8684 | (d 8) | | | | |
| 9 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | |
| 10 | 9.5149 | 2.1810 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 11 | 1200.5533 | 1.7568 | | | | |
| 12 | 8.6625 | 2.4895 | 60.09 | 1.640000 | | 30 |
| 13 | -13.8047 | 1.8646 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 14 | 8.9964 | 0.8081 | | | | |
| 15 | -52.0700 | 0.9000 | 49.23 | 1.743300 | | |
| 16 | 47.7401 | (d16) | | | 非球面 | |
| 17 | 14.1968 | 1.8385 | 25.43 | 1.805180 | | |
| 18 | 120.9233 | 1.2197 | | | | 40 |
| 19 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 | | |

20 ∞ 1.0000
 21 ∞ 0.5000 64.22 1.516330
 22 ∞ (B. f.)

[非球面データ]

(10面)

$\kappa = 0.9996$

10

C 4= -1.62080E-5

C 6= 9.16900E-7

C 8= -4.20230E-8

C10= 6.58880E-10

(16面)

$\kappa = -20.5282$

C 4= 1.00280E-3

20

C 6= 2.64850E-5

C 8= 2.80950E-7

C10= -1.37840E-8

[可変間隔データ]

| | 広角端状態 | 中間焦点距離 | 望遠端状態 |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19999 | 11.99997 | 20.39994 |
| d 2 | 0.60000 | 6.29014 | 12.16729 |
| d 8 | 16.97401 | 7.48053 | 1.29193 |
| d16 | 3.34807 | 3.97114 | 6.91077 |
| B. f. | 0.69986 | 2.43310 | 3.69970 |

30

【0053】

【表10】

40

[全体諸元]

$$f = 7.2 \sim 12.0 \sim 20.4$$

$$FNO = 2.05 \sim 2.33 \sim 2.73$$

$$2A = 68.7^\circ \sim 42.4^\circ \sim 25.6^\circ$$

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|-----|----|
| 1 | 26.5674 | 2.8566 | 60.09 | 1.640000 | | 10 |
| 2 | 496.6678 | (d 2) | | | | |
| 3 | 29.6920 | 1.1000 | 46.58 | 1.804000 | | |
| 4 | 6.6853 | 4.5000 | | | 非球面 | |
| 5 | -12.7375 | 0.9000 | 60.69 | 1.563840 | | |
| 6 | 53.9908 | 0.2000 | | | | 20 |
| 7 | 19.5644 | 2.4000 | 25.43 | 1.805180 | | |
| 8 | -224.5117 | (d 8) | | | | |
| 9 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | |
| 10 | 8.7275 | 2.1286 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 11 | 89.5131 | 1.7975 | | | | |
| 12 | 8.7847 | 2.2592 | 60.09 | 1.640000 | | 30 |
| 13 | -14.6838 | 0.9794 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 14 | 9.1664 | 0.7592 | | | | |
| 15 | -111.2753 | 0.9000 | 49.23 | 1.743300 | | |
| 16 | -384.6406 | (d16) | | | 非球面 | |
| 17 | 14.4186 | 1.7649 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 18 | 63.9837 | 1.2197 | | | | 40 |
| 19 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 | | |

20 ∞ 1.0000
 21 ∞ 0.5000 64.22 1.516330
 22 ∞ (B. f.)

[非球面データ]

(4面)

$\kappa = 1.0000$
 $C_4 = -7.66470E-5$
 $C_6 = 2.98490E-6$
 $C_8 = -1.49180E-7$
 $C_{10} = 2.13060E-9$

10

(10面)

$\kappa = 1.0000$
 $C_4 = -3.66730E-5$
 $C_6 = 1.28070E-6$
 $C_8 = -5.05130E-8$
 $C_{10} = 1.06090E-9$

20

(16面)

$\kappa = -89.0000$
 $C_4 = 7.84570E-4$
 $C_6 = 1.43960E-5$
 $C_8 = 9.38060E-7$
 $C_{10} = -2.01640E-8$

30

[可変間隔データ]

| | 広角端状態 | 中間焦点距離 | 望遠端状態 |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19998 | 11.99998 | 20.39997 |
| d 2 | 0.60000 | 5.04455 | 11.00000 |
| d 8 | 12.50000 | 5.33268 | 1.31031 |
| d16 | 3.00000 | 3.90654 | 7.96450 |
| B. f. | 2.69997 | 4.77911 | 5.69995 |

40

【0 0 5 4】

【表 1 1】

50

[全体諸元]

f = 7.2 ~12 ~20.4

FN0 = 2.04 ~ 2.34 ~ 2.77

2A = 68.7° ~42.3° ~25.5°

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|------------|--------|-------|----------|----------------------|----|
| 1 | 28.8960 | 2.7807 | 60.09 | 1.640000 | | 10 |
| 2 | -7183.7170 | (d 2) | | | | |
| 3 | 33.6939 | 1.1000 | 46.58 | 1.804000 | ハイブリッド非球面レンズ ガラス層 | |
| 4 | 7.0835 | 0.1000 | 38.09 | 1.553890 | ハイブリッド非球面レンズ 樹脂層 | 20 |
| 5 | 6.8660 | 4.6806 | | | 非球面 | |
| 6 | -12.9076 | 0.9000 | 60.69 | 1.563840 | | |
| 7 | 79.0743 | 0.2000 | | | | |
| 8 | 21.0115 | 1.9194 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 9 | -930.2022 | (d 9) | | | | |
| 10 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | 30 |
| 11 | 9.1245 | 2.0630 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 12 | 79.4891 | 1.5090 | | | | |
| 13 | 8.4774 | 2.6598 | 60.09 | 1.640000 | | |
| 14 | -17.3426 | 0.9000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 15 | 8.4651 | 0.6867 | | | | |
| 16 | 70.0000 | 1.0078 | 49.23 | 1.743300 | | |
| 17 | 121.0381 | (d17) | | | 非球面 | 40 |

| | | | | |
|----|----------|---------|-------|----------|
| 18 | 14.5528 | 1.7883 | 23.78 | 1.846660 |
| 19 | 54.2791 | 1.2197 | | |
| 20 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 |
| 21 | ∞ | 1.0000 | | |
| 22 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 |
| 23 | ∞ | (B. f.) | | |

10

[非球面データ]

(5面)

$$\kappa = 1.0000$$

$$C4 = -1.05860E-4$$

$$C6 = 4.83620E-6$$

$$C8 = -2.25400E-7$$

$$C10 = 3.52670E-9$$

20

(11面)

$$\kappa = 1.0000$$

$$C4 = -3.23140E-5$$

$$C6 = 1.32020E-6$$

$$C8 = -4.58730E-8$$

$$C10 = 9.90030E-10$$

(17面)

30

$$\kappa = -89.0000$$

$$C4 = 7.62340E-4$$

$$C6 = 1.15400E-5$$

$$C8 = 1.20160E-6$$

$$C10 = -3.12870E-8$$

[可変間隔データ]

40

広角端状態 中間焦点距離 望遠端状態

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.20001 | 12.00008 | 20.39996 |
| d 2 | 0.67961 | 5.12103 | 11.00000 |
| d 9 | 12.50000 | 5.42854 | 1.36658 |
| d17 | 3.00000 | 4.04298 | 8.15842 |
| B. f. | 2.69996 | 4.72527 | 5.69993 |

【0 0 5 5】

【表 1 2】

[全体諸元]

f = 7.2 ~12.0 ~20.4

FN0 = 2.05 ~ 2.35 ~ 2.79

2A = 68.7° ~42.2° ~25.4°

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|------------|--------|-------|----------|----------------------|----|
| 1 | 32.6907 | 2.7612 | 55.52 | 1.696800 | | 10 |
| 2 | -1022.9040 | (d 2) | | | | |
| 3 | 29.1192 | 1.1000 | 46.58 | 1.804000 | ハイブリッド非球面レンズ ガラス層 | |
| 4 | 8.3333 | 0.1000 | 38.09 | 1.553890 | ハイブリッド非球面レンズ 樹脂層 | 20 |
| 5 | 8.4239 | 2.8711 | | | 非球面 | |
| 6 | -24.6315 | 0.9000 | 47.38 | 1.788000 | | |
| 7 | 15.1997 | 1.9202 | | | | |
| 8 | 17.8012 | 2.0087 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 9 | 388.7700 | (d 9) | | | | |
| 10 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | 30 |
| 11 | 8.5364 | 2.6076 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 12 | 19.0601 | 1.0520 | | | | |
| 13 | 6.9960 | 2.8858 | 58.54 | 1.651600 | | |
| 14 | -12.6265 | 0.9000 | 25.43 | 1.805180 | | |
| 15 | 8.2461 | 0.5218 | | | | |
| 16 | 12.5000 | 1.0329 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 17 | 14.0868 | (d17) | | | | 40 |

| | | | | |
|----|----------|---------|-------|----------|
| 18 | 17.5162 | 1.7918 | 23.78 | 1.846660 |
| 19 | 266.6209 | 1.2197 | | |
| 20 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 |
| 21 | ∞ | 1.0000 | | |
| 22 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 |
| 23 | ∞ | (B. f.) | | |

10

[非球面データ]

(5面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -1.41190E-5

C 6= 6.97380E-6

C 8= -2.18930E-7

C10= 4.54330E-9

20

(11面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= 2.05000E-5

C 6= 2.33640E-6

C 8= -5.81800E-8

C10= 2.39690E-9

(16面)

 $\kappa = -16.5335$

C 4= -4.83000E-5

C 6= -6.88740E-5

C 8= 6.12380E-7

C10= -3.16310E-8

30

[可変間隔データ]

40

広角端状態 中間焦点距離 望遠端状態

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19989 | 11.99978 | 20.39974 |
| d 2 | 0.93874 | 5.53454 | 11.06251 |
| d 9 | 12.50000 | 5.38053 | 1.00000 |
| d17 | 3.03536 | 4.25961 | 8.30464 |
| B. f. | 2.69983 | 4.53772 | 5.69901 |

【0 0 5 6】

【表 1 3】

[全体諸元]

f = 7.2 ~12.0 ~20.4

FN0 = 2.06 ~ 2.38 ~ 2.91

2A = 68.8° ~42.0° ~25.4°

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|----------------------|----|
| 1 | 40.0340 | 2.7821 | 60.29 | 1.620410 | | 10 |
| 2 | -122.5586 | (d 2) | | | | |
| 3 | 63.3997 | 1.1000 | 46.58 | 1.804000 | ハイブリッド非球面レンズ ガラス層 | |
| 4 | 7.8976 | 0.1000 | 38.09 | 1.553890 | ハイブリッド非球面レンズ 樹脂層 | 20 |
| 5 | 7.6923 | 4.7203 | | | 非球面 | |
| 6 | -11.6093 | 0.9000 | 55.34 | 1.677900 | | |
| 7 | -64.2402 | 0.2000 | | | | |
| 8 | 35.7075 | 1.8797 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 9 | -52.5925 | (d 9) | | | | |
| 10 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | 30 |
| 11 | 9.1604 | 2.7796 | 49.32 | 1.743300 | 非球面 | |
| 12 | 66.0722 | 0.5537 | | | | |
| 13 | 7.8137 | 2.5730 | 60.09 | 1.640000 | | |
| 14 | -45.5037 | 0.9000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 15 | 7.3116 | 0.7303 | | | | |
| 16 | 37.7054 | 1.3000 | 49.32 | 1.743300 | | |
| 17 | 37.7054 | (d17) | | | 非球面 | 40 |

| | | | | |
|----|----------|---------|-------|----------|
| 18 | 15.1207 | 2.0039 | 34.96 | 1.801000 |
| 19 | 121.3407 | 1.2197 | | |
| 20 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 |
| 21 | ∞ | 1.0000 | | |
| 22 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 |
| 23 | ∞ | (B. f.) | | |

10

[非球面データ]

(5面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -1.30770E-4

C 6= 8.92890E-6

C 8= -4.43740E-7

C10= 7.66920E-9

20

(11面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -3.26310E-5

C 6= 3.96110E-7

C 8= 3.63630E-9

C10= 0.00000

(17面)

 $\kappa = -89.0000$

C 4= 1.05480E-3

C 6= 7.41000E-6

C 8= 1.16130E-6

C10= 0.00000

30

[可変間隔データ]

40

広角端状態 中間焦点距離 望遠端状態

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19999 | 12.00000 | 20.40009 |
| d 2 | 1.04676 | 5.48962 | 11.40807 |
| d 9 | 12.50000 | 4.97191 | 1.00000 |
| d17 | 3.00000 | 4.26179 | 10.08443 |
| B. f. | 2.69976 | 4.76730 | 5.50466 |

【 0 0 5 7 】

【表 1 4】

[全体諸元]

 $f = 7.2 \sim 12.0 \sim 20.4$
 $FN0 = 2.06 \sim 2.37 \sim 2.87$
 $2A = 68.7^\circ \sim 42.1^\circ \sim 25.4^\circ$

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|----------------------|----|
| 1 | 33.2123 | 3.0015 | 81.61 | 1.497000 | | 10 |
| 2 | -141.9611 | (d 2) | | | | |
| 3 | 48.0249 | 1.1000 | 46.58 | 1.804000 | ハイブリッド非球面レンズ ガラス層 | |
| 4 | 7.8618 | 0.1000 | 38.09 | 1.553890 | ハイブリッド非球面レンズ 樹脂層 | 20 |
| 5 | 7.6923 | 3.8883 | | | 非球面 | |
| 6 | -16.3053 | 0.9000 | 70.24 | 1.487490 | | |
| 7 | 40.3907 | 0.9940 | | | | |
| 8 | 20.2574 | 1.9178 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 9 | 190.0138 | (d 9) | | | | |
| 10 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | 30 |
| 11 | 8.5004 | 2.7577 | 49.32 | 1.743300 | 非球面 | |
| 12 | 32.2748 | 0.2009 | | | | |
| 13 | 8.3029 | 2.5278 | 55.52 | 1.696800 | | |
| 14 | -38.6599 | 0.9000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 15 | 7.3358 | 0.7946 | | | | |
| 16 | 76.1585 | 1.0097 | 49.32 | 1.743300 | | |
| 17 | 200.0000 | (d17) | | | 非球面 | 40 |

| | | | | |
|----|----------|---------|-------|----------|
| 18 | 14.1250 | 2.0107 | 39.59 | 1.804400 |
| 19 | 71.8629 | 1.2197 | | |
| 20 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 |
| 21 | ∞ | 1.0000 | | |
| 22 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 |
| 23 | ∞ | (B. f.) | | |

10

[非球面データ]

(5面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -9.21270E-5

C 6= 5.81760E-6

C 8= -2.30580E-7

C10= 3.45170E-9

20

(11面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -3.68040E-5

C 6= 1.52560E-6

C 8= -2.86050E-8

C10= 8.28120E-10

(17面)

30

 $\kappa = -89.0000$

C 4= 8.53750E-4

C 6= 1.85770E-5

C 8= 1.56520E-6

C10= -1.85870E-8

[可変間隔データ]

40

広角端状態 中間焦点距離 望遠端状態

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19996 | 11.99993 | 20.39992 |
| d 2 | 0.90527 | 6.97241 | 13.62516 |
| d 9 | 12.50000 | 5.31790 | 1.00000 |
| d17 | 3.00000 | 5.09598 | 10.53992 |
| B. f. | 2.69991 | 3.87241 | 4.06570 |

【 0 0 5 8 】

【表 1 5】

[全体諸元]

$$f = 7.2 \sim 12.0 \sim 20.4$$

$$FN0 = 2.05 \sim 2.34 \sim 2.79$$

$$2A = 68.6^\circ \sim 42.0^\circ \sim 25.4^\circ$$

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|----------------------|----|
| 1 | 32.3461 | 2.8594 | 60.09 | 1.640000 | | 10 |
| 2 | -351.8944 | (d 2) | | | | |
| 3 | 31.1544 | 1.1000 | 46.58 | 1.804000 | ハイブリッド非球面レンズ ガラス層 | |
| 4 | 8.3333 | 0.1000 | 38.09 | 1.553890 | ハイブリッド非球面レンズ 樹脂層 | 20 |
| 5 | 8.3333 | 3.2065 | | | 非球面 | |
| 6 | -26.2627 | 0.9000 | 47.82 | 1.757000 | | |
| 7 | 16.9248 | 1.6330 | | | | |
| 8 | 16.9130 | 1.9605 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 9 | 118.3693 | (d 9) | | | | |
| 10 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | 30 |
| 11 | 9.7286 | 2.7996 | 49.23 | 1.743300 | 非球面 | |
| 12 | 201.7185 | 0.2000 | | | | |
| 13 | 7.4553 | 2.6009 | 60.09 | 1.640000 | | |
| 14 | -107.4653 | 0.9000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 15 | 6.5497 | 0.7897 | | | | |
| 16 | 32.0752 | 1.0117 | 49.17 | 1.740010 | | |
| 17 | 34.6455 | (d17) | | | 非球面 | 40 |

| | | | | |
|----|-----------|---------|-------|----------|
| 18 | 17.6463 | 1.9956 | 34.96 | 1.801000 |
| 19 | -157.5179 | 1.2197 | | |
| 20 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 |
| 21 | ∞ | 1.0000 | | |
| 22 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 |
| 23 | ∞ | (B. f.) | | |

10

[非球面データ]

(5面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -1.67070E-5

C 6= 8.17650E-6

C 8= -2.61770E-7

C10= 5.35680E-9

20

(11面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -3.91480E-5

C 6= 2.86730E-6

C 8= -1.65220E-7

C10= 3.72140E-9

(17面)

30

 $\kappa = -99.0000$

C 4= 1.07240E-3

C 6= -7.92160E-6

C 8= 3.40880E-6

C10= -1.20200E-7

[可変間隔データ]

40

広角端状態 中間焦点距離 望遠端状態

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.19997 | 11.99996 | 20.39997 |
| d 2 | 0.66074 | 5.67519 | 11.00000 |
| d 9 | 12.50000 | 5.56114 | 1.00000 |
| d17 | 3.00000 | 4.41124 | 8.76343 |
| B. f. | 2.69996 | 4.36772 | 5.69995 |

【0 0 5 9】

【表 1 6】

[全体諸元]

$$f = 7.2 \sim 12.0 \sim 20.4$$

$$FNO = 2.07 \sim 2.41 \sim 2.93$$

$$2A = 68.7^\circ \sim 41.9^\circ \sim 25.4^\circ$$

[レンズデータ]

| | r | d | ν | n | | |
|----|-----------|--------|-------|----------|----------------------|----|
| 1 | 44.4601 | 2.5780 | 60.29 | 1.620410 | | 10 |
| 2 | -154.8224 | (d 2) | | | | |
| 3 | 37.1621 | 1.1000 | 46.58 | 1.804000 | ハイブリッド非球面レンズ ガラス層 | |
| 4 | 7.7090 | 0.1000 | 38.09 | 1.553890 | ハイブリッド非球面レンズ 樹脂層 | 20 |
| 5 | 7.6923 | 3.7094 | | | 非球面 | |
| 6 | -15.5739 | 0.9000 | 70.24 | 1.487490 | | |
| 7 | 24.8089 | 1.2163 | | | | |
| 8 | 18.7018 | 1.8743 | 25.43 | 1.805180 | | |
| 9 | 221.1796 | (d 9) | | | | |
| 10 | ∞ | 1.0000 | | | 絞り面 | 30 |
| 11 | 8.7703 | 2.8349 | 49.32 | 1.743300 | 非球面 | |
| 12 | 60.7676 | 0.7713 | | | | |
| 13 | 8.6563 | 2.4789 | 60.29 | 1.620410 | | |
| 14 | -29.9394 | 0.9000 | 23.78 | 1.846660 | | |
| 15 | 7.4987 | 0.6964 | | | | |
| 16 | 34.9675 | 1.0535 | 49.32 | 1.743300 | | |
| 17 | 200.0000 | (d17) | | | 非球面 | 40 |

| | | | | |
|----|----------|---------|-------|----------|
| 18 | 13.6796 | 1.8649 | 26.30 | 1.784700 |
| 19 | 44.0396 | 1.2197 | | |
| 20 | ∞ | 2.7600 | 64.22 | 1.516330 |
| 21 | ∞ | 1.0000 | | |
| 22 | ∞ | 0.5000 | 64.22 | 1.516330 |
| 23 | ∞ | (B. f.) | | |

10

[非球面データ]

(5面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -6.67960E-5

C 6= 7.53450E-6

C 8= -3.05800E-7

C10= 5.90780E-9

20

(11面)

 $\kappa = 1.0000$

C 4= -5.47570E-5

C 6= 1.49030E-6

C 8= -8.25290E-8

C10= 1.88180E-9

(17面)

 $\kappa = -89.0000$

C 4= 6.73520E-4

C 6= 7.64440E-6

C 8= 1.76530E-6

C10= -4.48360E-8

30

[可変間隔データ]

40

広角端状態 中間焦点距離 望遠端状態

| | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| f | 7.20000 | 12.00000 | 20.39992 |
| d 2 | 1.04466 | 6.97070 | 13.28491 |
| d 9 | 12.50000 | 5.63872 | 1.12303 |
| d17 | 3.00000 | 5.50682 | 10.67784 |
| B. f. | 2.70002 | 3.73665 | 4.28386 |

【0060】

10

以下の表17に、各実施例について、条件式(1)乃至(9)の値をそれぞれ示す。

【0061】

【表17】

[条件式対応値]

| | 实施例 1 | 实施例 2 | 实施例 3 | 实施例 4 | 实施例 5 | 实施例 6 |
|-----|---------|---------|---------|--------|--------|---------|
| (1) | 7.164 | 7.766 | 6.932 | 7.118 | 8.667 | 8.381 |
| (2) | -1.610 | -1.544 | -1.472 | -1.606 | -2.010 | -1.903 |
| (3) | 0.623 | 0.570 | 0.649 | 0.641 | 0.846 | 0.718 |
| (4) | 0.890 | 1.134 | 1.220 | 0.764 | 0.790 | 0.654 |
| (5) | 1.296 | 1.170 | 1.348 | 1.092 | 1.476 | 0.996 |
| (6) | 0.417 | 0.434 | 0.465 | 0.486 | 0.282 | 0.417 |
| (7) | 1.528 | 1.668 | 1.528 | 1.667 | 1.675 | 2.019 |
| (8) | 1.913 | 1.924 | 2.004 | 1.877 | 2.064 | 1.823 |
| (9) | -0.0562 | -0.0799 | -0.0279 | 0.0198 | —— | -0.1058 |

10

| | 实施例 7 | 实施例 8 | 实施例 9 | 实施例 10 | 实施例 11 | 实施例 12 |
|-----|---------|--------|---------|---------|--------|--------|
| (1) | 7.491 | 6.687 | 7.192 | 6.077 | 6.247 | 6.321 |
| (2) | -1.766 | -1.826 | -1.754 | -1.388 | -1.394 | -1.422 |
| (3) | 0.738 | 1.124 | 0.678 | 0.611 | 0.566 | 0.591 |
| (4) | 0.515 | 0.324 | 0.340 | 0.997 | 1.020 | 0.957 |
| (5) | 0.988 | 1.056 | 0.911 | 1.106 | 1.133 | 1.148 |
| (6) | 0.417 | 0.244 | 0.417 | 0.417 | 0.417 | 0.417 |
| (7) | 1.875 | 1.630 | 1.690 | 1.528 | 1.528 | 1.536 |
| (8) | 1.815 | 1.590 | 1.701 | 1.586 | 1.618 | 1.678 |
| (9) | -0.1860 | —— | -0.2157 | -0.0341 | 0.0325 | 0.0616 |

20

30

| | 实施例 13 | 实施例 14 | 实施例 15 | 实施例 16 |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| (1) | 6.800 | 7.565 | 6.447 | 7.771 |
| (2) | -1.481 | -1.627 | -1.452 | -1.577 |
| (3) | 0.626 | 0.635 | 0.663 | 0.541 |
| (4) | 1.215 | 1.406 | 1.056 | 1.406 |
| (5) | 1.374 | 1.237 | 1.217 | 1.286 |
| (6) | 0.390 | 0.158 | 0.417 | 0.220 |
| (7) | 1.584 | 1.892 | 1.528 | 1.845 |
| (8) | 1.808 | 1.467 | 1.772 | 1.571 |
| (9) | 0.0021 | 0.0437 | 0.0144 | 0.1266 |

40

図17 (a), 18 (a), 19 (a), 20 (a), 21 (a), 22 (a), 23 (a), 24 (a), 25 (a), 26 (a), 27 (a), 28 (a), 29 (a), 30 (a), 31 (a), 32 (a) はそれぞれ、実施例1乃至16に係るズームレンズの広角端状態における諸収差図を示している。

図17 (b), 18 (b), 19 (b), 20 (b), 21 (b), 22 (b), 23 (b), 24 (b), 25 (b), 26 (b), 27 (b), 28 (b), 29 (b), 30 (b), 31 (b), 32 (b) はそれぞれ、実施例1乃至16に係るズームレンズの中間焦点距離における諸収差図を示している。

図17 (c), 18 (c), 19 (c), 20 (c), 21 (c), 22 (c), 23 (c), 24 (c), 25 (c), 26 (c), 27 (c), 28 (c), 29 (c), 30 (c), 31 (c), 32 (c) はそれぞれ、実施例1乃至16に係るズームレンズの望遠端状態における諸収差図を示している。 10

【0063】

各収差図において、FNOはFナンバー、Aは半画角を示し、球面収差図、非点収差図、歪曲収差図ではその最大値を示し、コマ収差図では各半画角の値を示す。d, gはd線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$), g線 (435.6 nm) の収差曲線をそれぞれ示している。また、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリジオナル像面をそれぞれ示す。尚、全実施例の諸収差図において、上述の符号と同様の符号を用いる。

【0064】

各収差図から、各実施例において広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。 20

【0065】

【発明の効果】

本発明によれば、固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に適し、小型で、ズーム比が3倍程度、広角端状態における画角が 60° 以上、FナンバーがF2～F2.8程度の優れた結像性能を有するズームレンズを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図2】本発明の実施例2に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。 30

【図3】本発明の実施例3に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図4】本発明の実施例4に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図5】本発明の実施例5に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図6】本発明の実施例6に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図7】本発明の実施例7に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。 40

【図8】本発明の実施例8に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図9】本発明の実施例9に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図10】本発明の実施例10に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図11】本発明の実施例11に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図12】本発明の実施例12に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。 50

示す図である。

【図 1 3】本発明の実施例 1 3 に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図 1 4】本発明の実施例 1 4 に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図 1 5】本発明の実施例 1 5 に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図 1 6】本発明の実施例 1 6 に係るズームレンズのレンズ構成、及びそのズーム軌跡を示す図である。

【図 1 7】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 1 に係るズームレンズの 10
広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 1 8】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 2 に係るズームレンズの
広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 1 9】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 3 に係るズームレンズの
広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 2 0】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 4 に係るズームレンズの
広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 2 1】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 5 に係るズームレンズの
広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 2 2】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 6 に係るズームレンズの 20
広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 2 3】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 7 に係るズームレンズの
広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 2 4】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 8 に係るズームレンズの
広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 2 5】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 9 に係るズームレンズの
広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 2 6】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 1 0 に係るズームレンズ
の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 2 7】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 1 1 に係るズームレンズ 30
の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 2 8】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 1 2 に係るズームレンズ
の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 2 9】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 1 3 に係るズームレンズ
の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 3 0】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 1 4 に係るズームレンズ
の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【図 3 1】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 1 5 に係るズームレンズ
の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

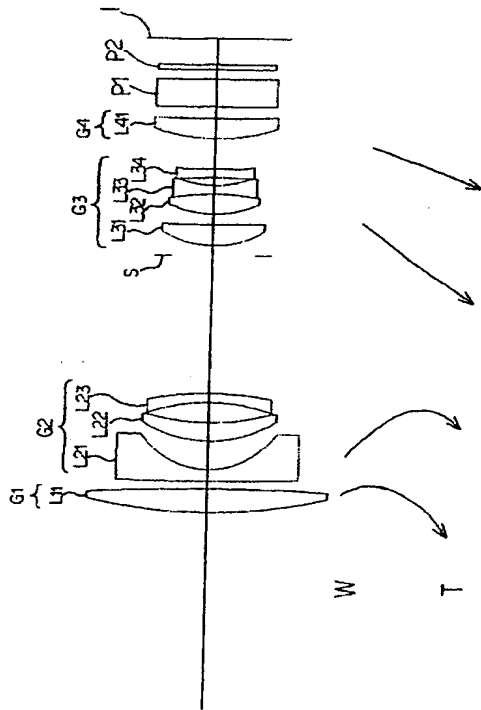
【図 3 2】(a), (b), (c) はそれぞれ、本発明の実施例 1 6 に係るズームレンズ 40
の広角端状態、中間焦点距離、望遠端状態における諸収差図を示している。

【符号の説明】

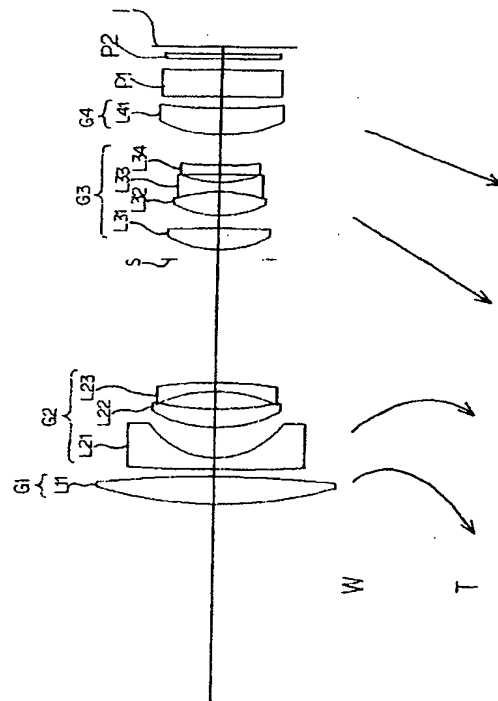
G 1 . . . 第 1 レンズ群
G 2 . . . 第 2 レンズ群
G 3 . . . 第 3 レンズ群
G 4 . . . 第 4 レンズ群
S . . . 絞り
P 1 . . . ローパスフィルタ
P 2 . . . カバー硝子
I . . . 像面

W . . . 広角端状態
T . . . 望遠端状態

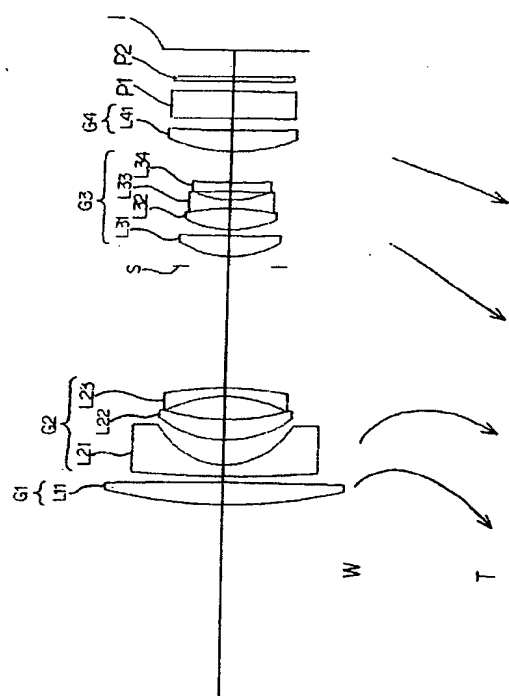
【図 1】



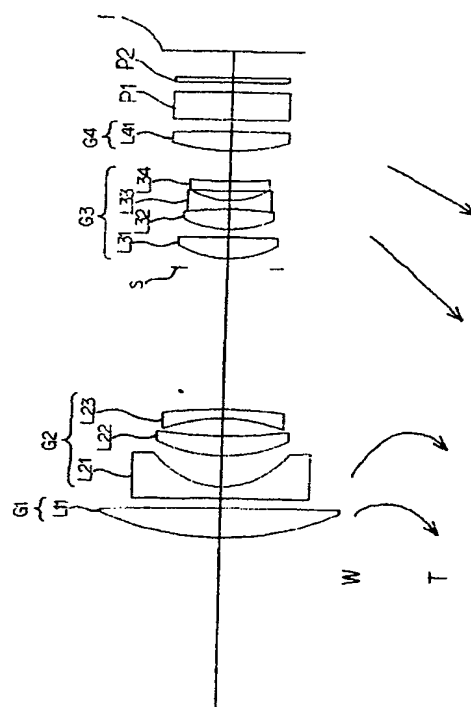
【図 2】



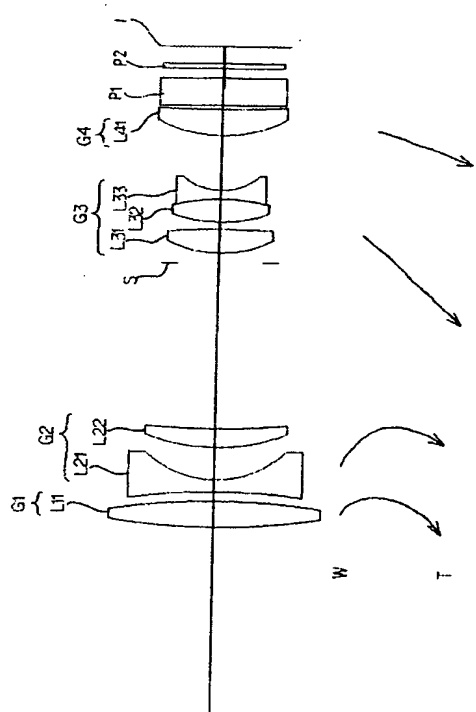
【図 3】



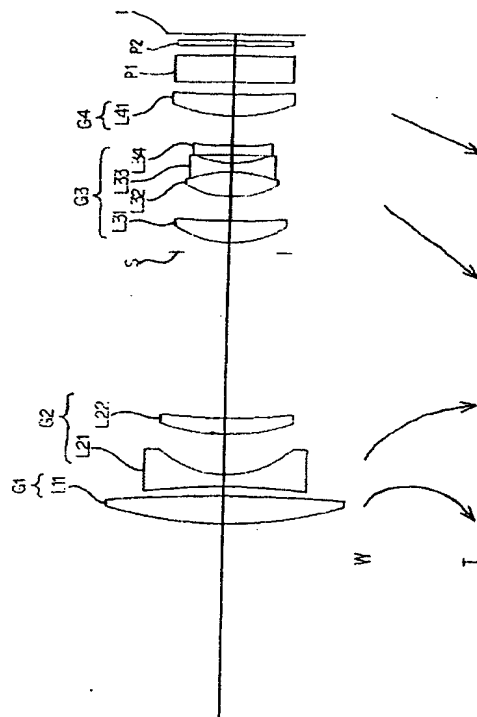
【図 4】



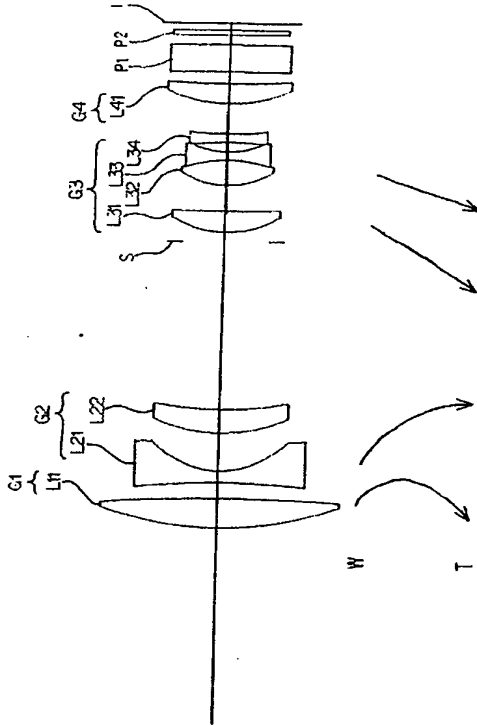
【図 5】



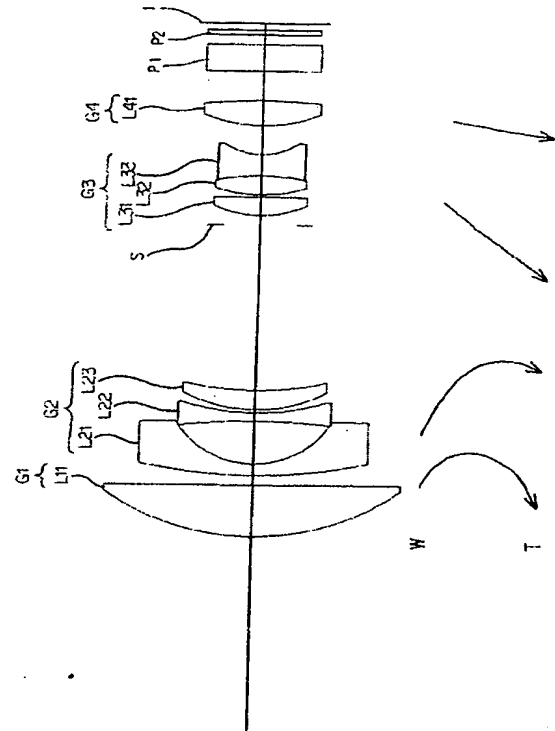
【図 6】



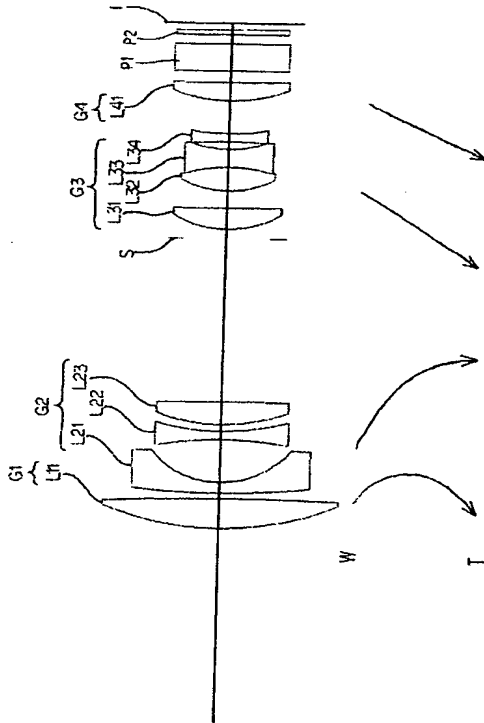
【図 7】



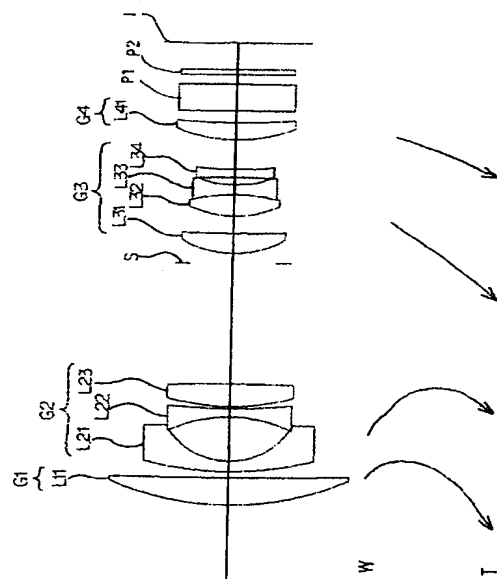
【図 8】



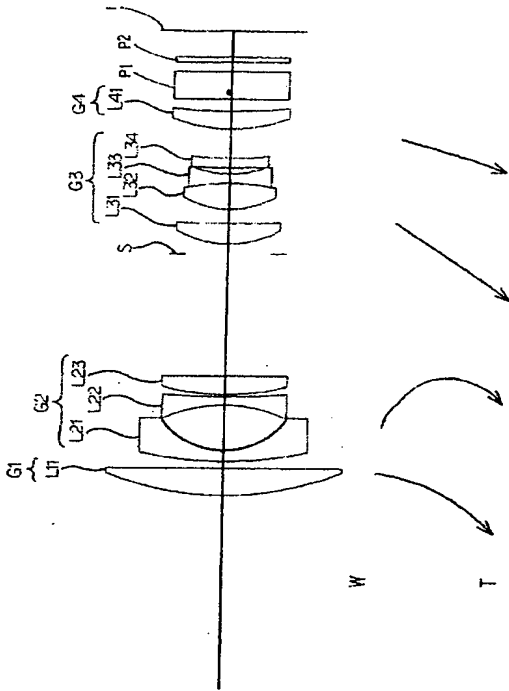
【図 9】



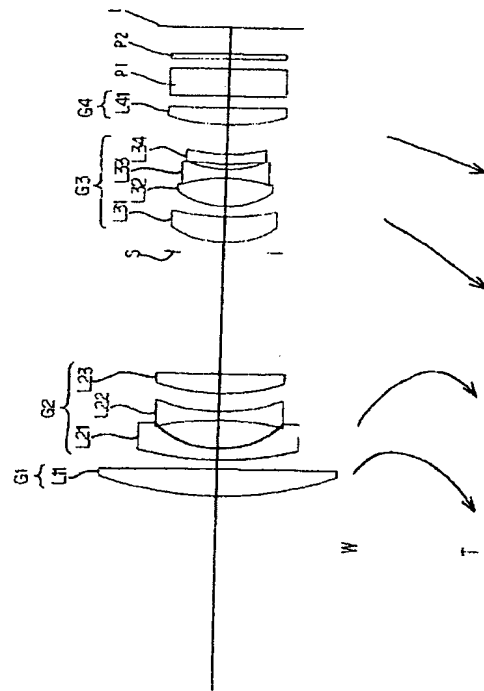
【図 10】



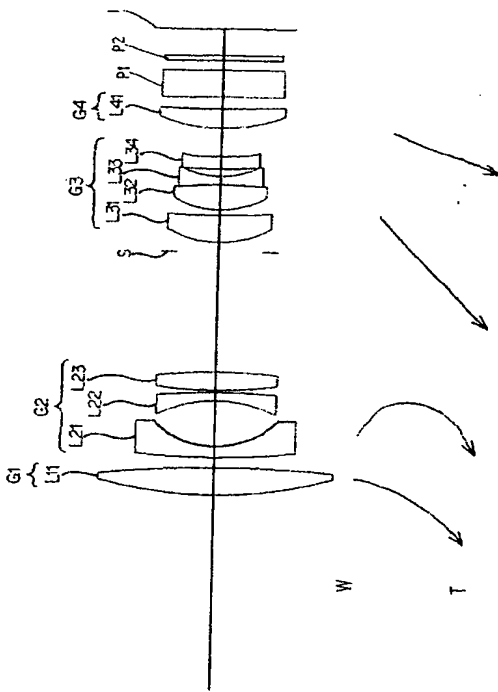
【図 1 1】



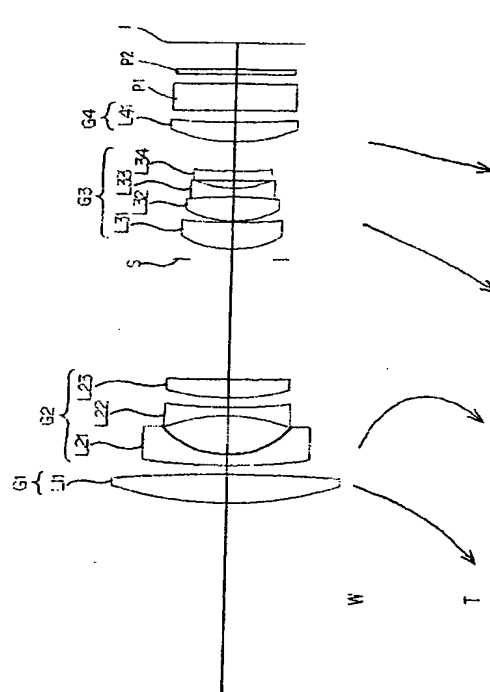
【図 1 2】



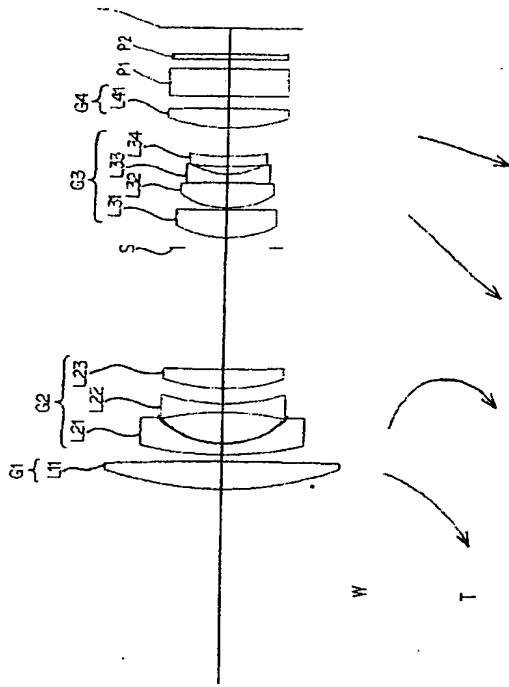
【図 1 3】



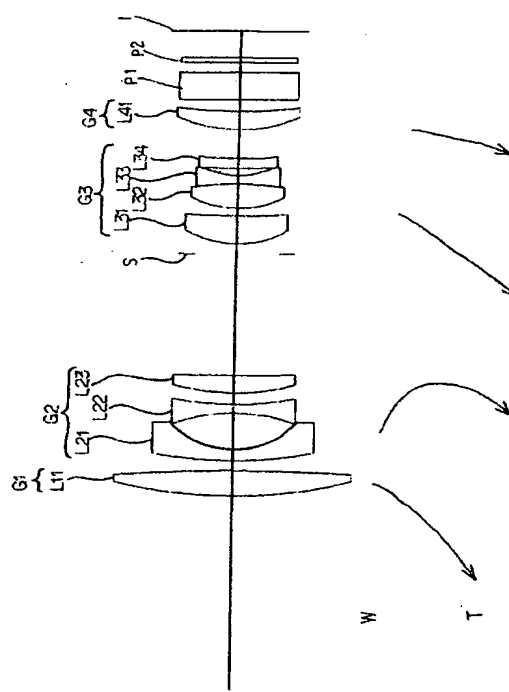
【図 1 4】



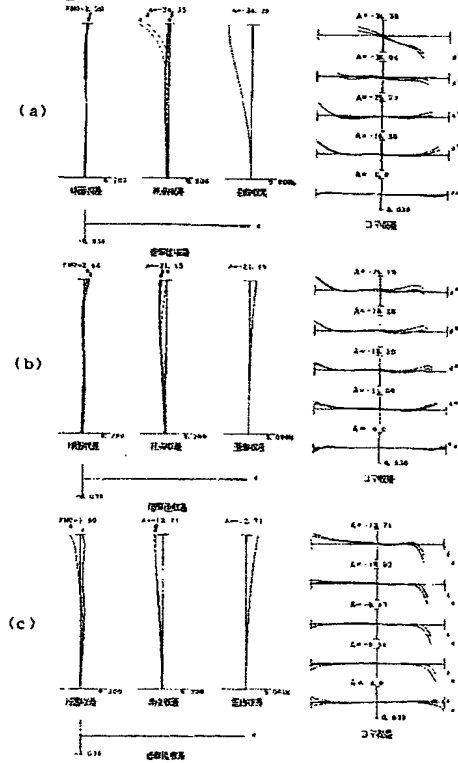
【図 15】



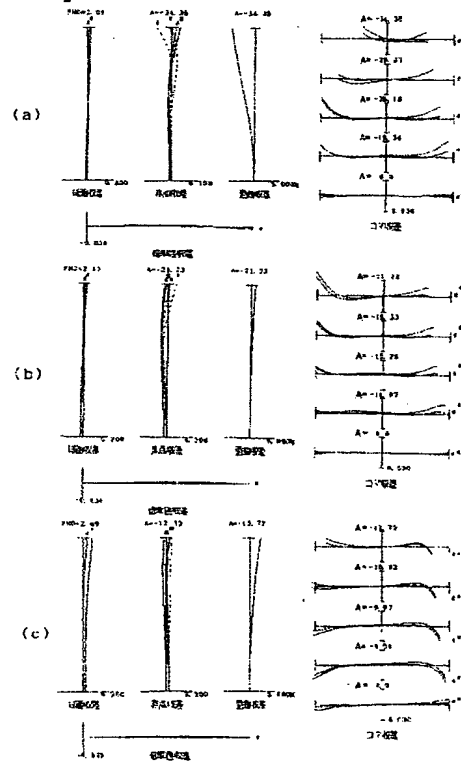
【図 16】



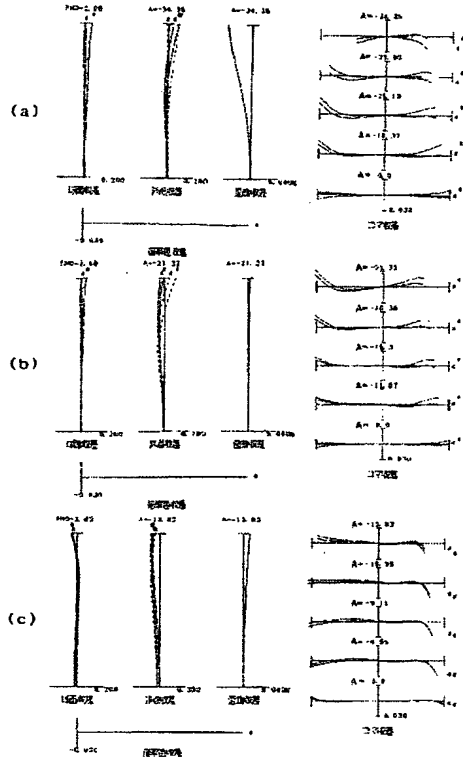
【図 17】



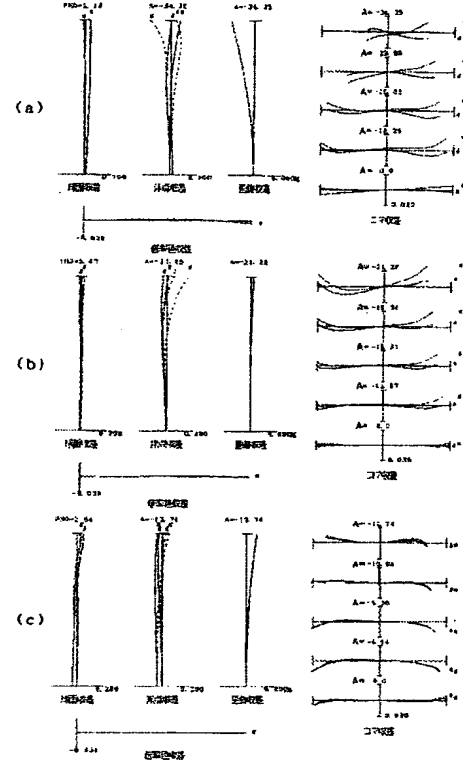
【図 18】



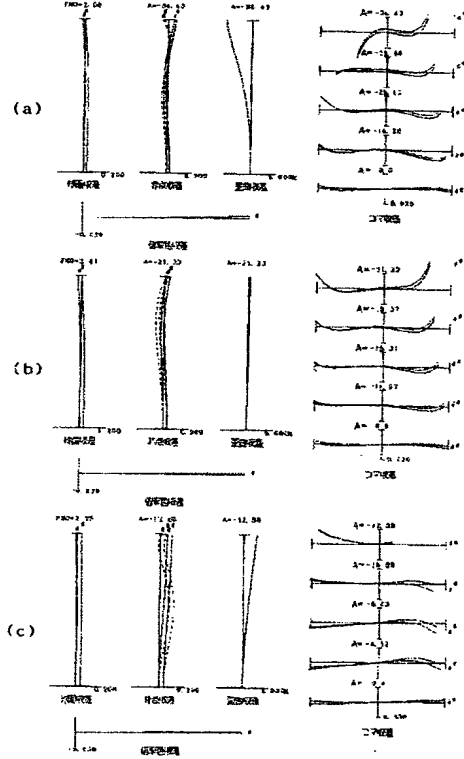
【図 19】



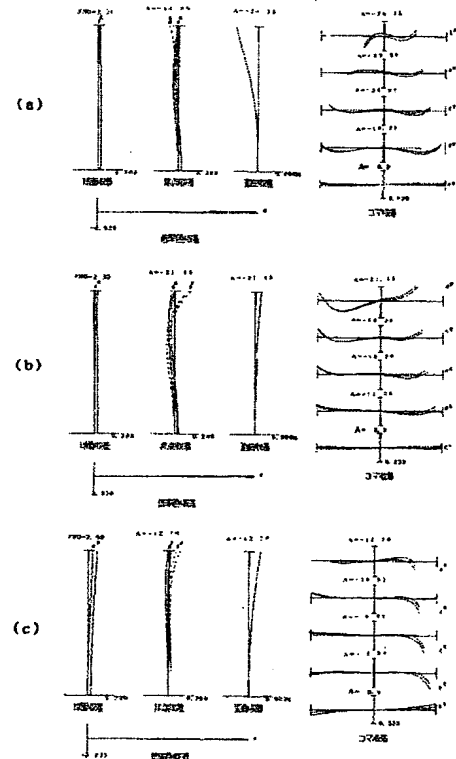
【図 20】



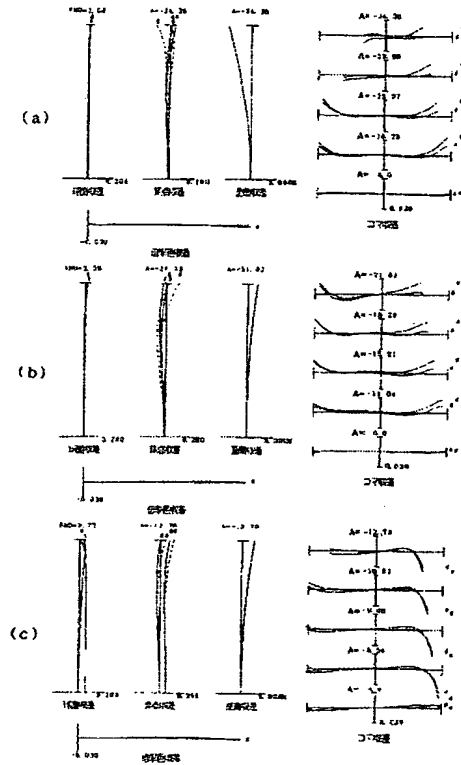
【図 21】



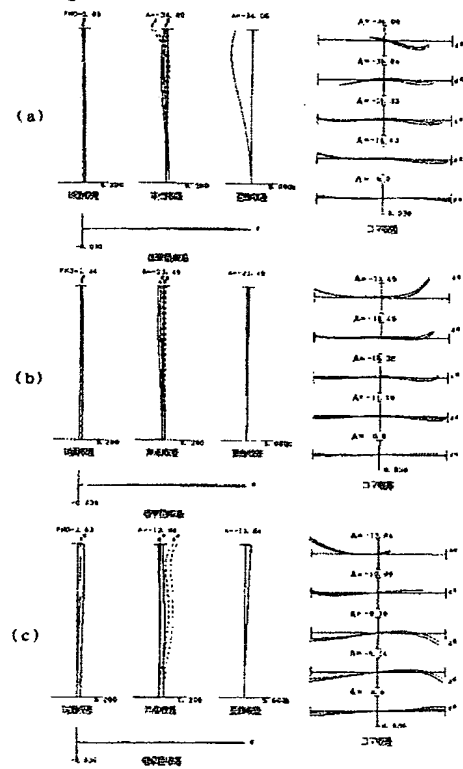
【図 22】



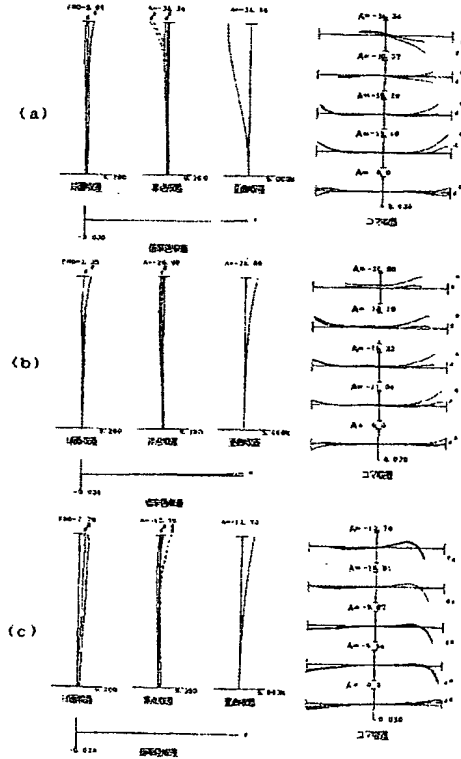
【図 2 3】



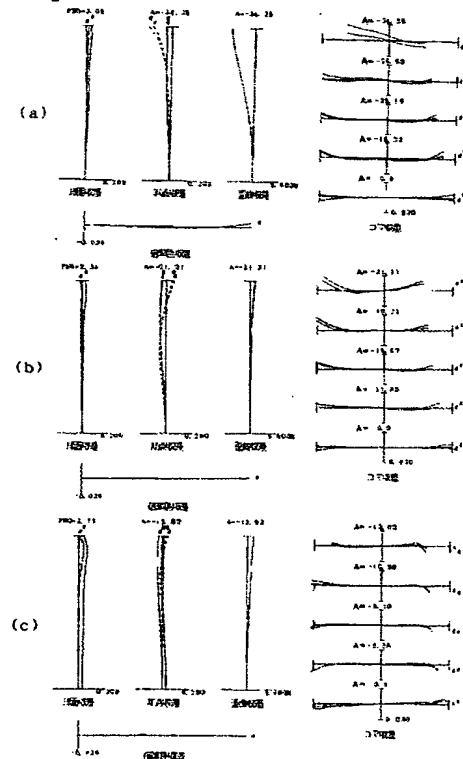
【図 2 4】



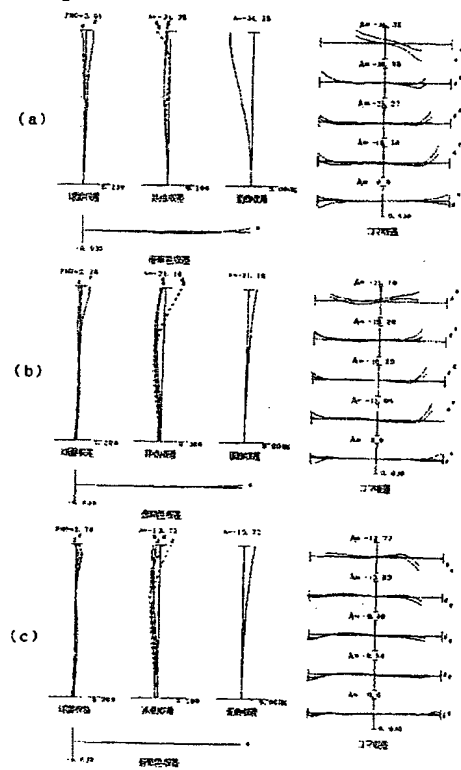
【図 2 5】



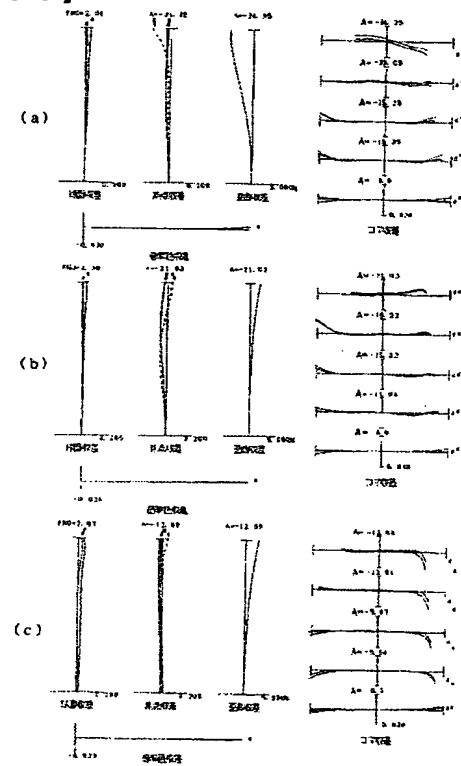
【図 2 6】



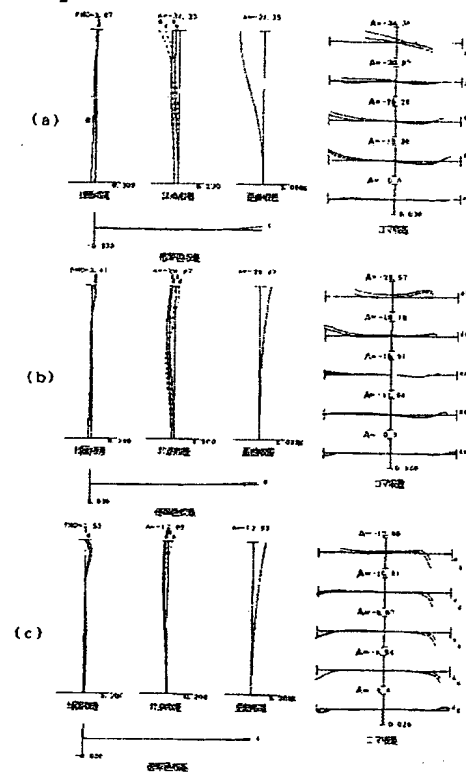
【図 28】



【図 30】



【図 3 2】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA03 MA15 PA06 PA07 PA08 PA09 PA17 PA18 PA19 PB07
PB08 PB09 PB10 QA02 QA06 QA14 QA22 QA25 QA32 QA42
QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42 SA23 SA27 SA29
SA32 SA62 SA63 SA64 SA65 SB02 SB13 SB14 SB15 SB24
SB25 SB32 UA01

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox